



Turun yliopisto  
University of Turku

# LUOKANOPETTAJAOPISKELIJOIDEN MULTIMEDIAOPPIMINEN IPAD-INTERVENTION AVULLA JA KOKEMUKSIA INTERVENTIOSTA

Nelli Rauma  
Pro gradu -tutkielma  
Kasvatustiede  
Opettajankoulutuslaitos  
Turun yliopisto  
kesäkuu 2018



## TIIVISTELMÄ

TURUN YLIOPISTO

Opettajankoulutuslaitos/Kasvatustieteiden tiedekunta

RAUMA, NELLI: Luokanopettajaopiskelijoiden multimediaoppiminen iPad-intervention avulla ja kokemuksia interventtiosta

Pro gradu -tutkielma, 75 s.

Kasvatustiede

Kesäkuu 2018

---

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää, miten luokanopettajaopiskelijoiden ymmärrys yhteyttämisestä ja eliöiden ravinnonhankinnasta kasvoi iPad-laitteilla toteutetun intervention avulla. Aineisto oli peräisin kvasikokeellisesta interventiotutkimuksesta. Tutkimusjoukkona oli toisen vuosikurssin luokanopettajaopiskelijoita (N=92). Tutkimus koostui alkumittauksesta, iPad-laitteilla toteutetusta opetusinterventtiosta sekä loppumittauksesta ja opiskelijoiden kokemuksia koskevasta kyselystä.

Tutkittavat saivat oppimateriaalikseen jonkin neljästä versiosta, joissa oli pohjana sama argumentoiva teksti. Kahdessa versiossa oli mahdollista katsoa käsitekarttaa ja kahdessa hierarkkista luetteloa, joissa esiteltiin oppimateriaalin keskeisimpiä käsitteitä ja niiden välisiä suhteita. Yhdessä käsitekartallisessa ja yhdessä luetteloversiossa oli lisäksi mukana kolmea aihepiiriin liittyvää kuvaa.

Tutkielmassa selvitettiin multimediaoppimateriaalin eli kuvien, käsitekartan ja luettelon katsomisen vaikutusta oppimiseen. Lisäksi vertailtiin oppimista alkumittauspisteiden perusteella tehtyjen tasoryhmien sekä kuvien katsomisen osalta. Näiden muuttujien vaikutusta oppimiseen tarkasteltiin myös fakta- ja ongelmanratkaisutehtävän välillä. Lisäksi selvitettiin tutkittavien kokemuksia interventtiosta ja tarkasteltiin, miten eri muuttujat vaikuttivat luokanopettajaopiskelijoiden kokemuksiin sovelluksen avulla oppimisesta, sen toimivuudesta ja lisämateriaalista eli kuvista, käsitekartasta ja luettelosta. Oppimistulosten analysoinnissa käytettiin toistettujen mittausten varianssianalyysiä sekä epäparametrasta Friedmanin testiä. Kokemuksia tarkasteltiin yksisuuntaisen varianssianalyysin sekä epäparametrin Kruskal-Wallis testin avulla.

Tutkimustulosten mukaan iPad-sovelluksen versiolla tai kuvien katsomisella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta oppimiseen. Kuvia katsoneet ja heikoimmat alkumittauspisteet saaneet kuitenkin kokivat iPad-sovelluksen avulla oppimisen, sovelluksen toimivuuden ja lisämateriaalin myönteisemmin. Se, ettei oppimistuloksissa ollut eri ryhmien välillä merkitseviä eroja, saattoi johtua esimerkiksi siitä, että ryhmät olivat varsin erikokoisia ja alkutiedoiltaan erilaisia tai siitä, että erilaiset oppijat eivät hyötäneet samalla tavalla multimediaoppimateriaaleista. Tutkimuksessa käytettyä multimediaoppimateriaalia voidaan kuitenkin pitää hyödyllisenä, sillä juuri kuvia katsoneet kokivat intervention myönteisimmin ja myönteistä oppimiskokemusta voidaan pitää arvokkaana. Jatkossa olisi kiinnostavaa selvittää, miten voisi toteuttaa toimivia multimediaoppimateriaaleja heterogeeniselle ryhmälle.

**Asiasanat:** multimediaoppiminen, multimediaoppimateriaali, käsitekartta, iPad, opetusteknologia, opetusinterventio, luokanopettajaopiskelijat



## Sisällys

1 JOHDANTO .....	2
2 KUVIEN KÄYTTÖ OPETUKSESSA .....	5
2.1 Multimediaoppiminen .....	6
2.2 Tieto ja viestintäteknologia multimediaoppimisessa.....	7
2.2.1 Teknologiakeskeinen ja oppijakeskeinen lähestymistapa opetusteknologiaan .....	8
2.2.2 Kokemuksia elektronisen oppimateriaalin käytöstä .....	10
3 MULTIMEDIOPPIMISEN TEOREETTINEN VIITEKEHYS .....	12
3.1 Multimediaoppimisen vaikutusten tutkiminen.....	14
3.2 Multimediaoppimiseen vaikuttavat seikat .....	15
4 KÄSITEKARTTA OPETUKSESSA .....	26
4.1 Käsitekarttojen hyödyt oppimisessa.....	28
4.2 Käsitekartat ja erilaiset oppijat.....	29
5 TUTKIMUSONGELMAT .....	31
6 MENETELMÄT .....	34
6.1 Tutkittavat .....	34
6.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kulku .....	35
6.3 Tutkimusaineiston käsittely .....	38
6.4 Tutkimusmenetelmän ja aineiston käsittelyn luotettavuus .....	44
7 TULOKSET .....	46
7.1 Oppimistulokset iPad-sovelluksen eri versioita käyttäneiden välillä.....	46
7.2 iPad-sovelluksen kuvien katsominen .....	49
7.3 iPad-sovelluksen käyttökokemukset .....	54
7.3.1 Oppiminen iPad-sovelluksen avulla .....	55
7.3.2 iPad-sovelluksen käytön kokeminen .....	58
7.3.3 iPad-sovelluksen lisämateriaalin kokeminen .....	60
7.4 Yhteenveto tuloksista .....	63
8 POHDINTA .....	65
8.1 Oppimistuloksiin vaikuttaneet seikat .....	65
8.2 Kokemuksiin vaikuttaneet seikat.....	69
8.3 Tutkielman luotettavuus .....	72
8.4 Jatkotutkimusehdotuksia .....	73
LÄHTEET .....	75

## **Kuviot**

KUVIO 1. Multimediaoppimisen tutkimuksen teoreettinen viitekehys	12
KUVIO 2. <i>Knowledge map</i> -käsitekartan linkkityypit	28
KUVIO 3. Tutkimusasetelma	37

## **Taulukot**

TAULUKKO 1. Multimediaoppimateriaalien suunnittelussa huomioitavia asioita	25
TAULUKKO 2. iPad-versioiden mukaan jaetut ryhmät	38
TAULUKKO 3. Linkkien kautta avautuvat kuvat	39
TAULUKKO 4. Alku- ja loppumittauksen tehtävien pisteytys sekä tehtävien kuvaus	40
TAULUKKO 5. Tehtävätyyppien kuvaus	41
TAULUKKO 6. Alkumittauksen perusteella muodostetut tasoryhmät	42
TAULUKKO 7 Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen toimivuudesta opiskelijan käyttämän käyttöjärjestelmän mukaan	43
TAULUKKO 8. Kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen alku- ja loppumittauspisteiden keskiarvot sekä pisteiden kasvu iPad-version mukaisin ryhmin	48
TAULUKKO 9. Faktakysymyksestä saadut alku- ja loppumittauspisteet iPad- version mukaisin ryhmin.	49
TAULUKKO 10. Ongelmanratkaisutehtävästä saadut alku- ja loppumittauspisteet iPad-version mukaisin ryhmin	50
TAULUKKO 11. Kuvien katsominen	51
TAULUKKO 12. Kuvan 1 katsominen ja pisteiden kasvu	52
TAULUKKO 13. Kuvan 2 katsominen ja pisteiden kasvu	53
TAULUKKO 14. Kuvan 3 katsominen ja pisteiden kasvu	54
TAULUKKO 15. Tunnuslukuja summamuuttujista oppiminen, lisämateriaali ja sovelluksen käyttö	56
TAULUKKO 16. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen toimivuudesta	

tasoryhmittäin.	57
TAULUKKO 17. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen avulla oppimisesta iPad-version mukaisin ryhmin	57
TAULUKKO 18. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen avulla kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen mukaan ryhmiteltynä	58
TAULUKKO 19. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen avulla oppimisesta tasoryhmittäin	59
TAULUKKO 20. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta iPad-version mukaisin ryhmin	60
TAULUKKO 21. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen mukaan ryhmiteltynä	61
TAULUKKO 22. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta tasoryhmien mukaisesti	62
TAULUKKO 23. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista iPad-version mukaisin ryhmin	62
TAULUKKO 24. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista kuvallisen ja kuvattoman version mukaan	63
TAULUKKO 25. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen mukaan ryhmiteltyinä	64





# 1 JOHDANTO

Tietotekniikan yleistyminen viime vuosien aikana on kasvattanut saatavilla olevan visuaalisen materiaalin määrää räjähdysmäisesti ja samalla kuvallisen viestinnän osuus on kasvanut. Tämä on vaikuttanut kouluissa tapahtuvaan opetukseen ja oppimateriaaleihin. Myös kannettavat kosketusnäyttölliset laitteet, etenkin taulutietokoneet eli tabletit ovat jatkuvasti kasvattaneet suosiotaan opetuskäytössä. Koska uuden teknologian avulla halutaan tuoda lisäarvoa oppimiselle ja opetukselle, on selvää, ettei älylaitteita ole tarkoituksenmukaista käyttää kuten oppikirjoja. Älylaitteet sisältävätkin sellaisia elementtejä, jotka eivät ole perinteiselle oppimateriaalille mahdollisia, kuten esimerkiksi hypertekstejä tai videoita.

Tässä tutkielmassa pyrittiin selvittämään, miten multimediaoppimateriaali yhdistettynä opetusteknologiaan tukee korkeakouluopiskelijoiden oppimista. Lisäksi oltiin kiinnostuneita siitä, miten opiskelijat kokivat iPad-älylaitteen sovelluksen avulla opiskelun ja erityisesti sovelluksen multim mediasisällön. Aihetta voidaan pitää ajankohtaisena ja tärkeänä, sillä uutta opetusteknologiaa on lähiaikoina otettu runsaasti käyttöön sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti. Esimerkiksi vuonna 2012 Apple ilmoitti myyneensä yli kahdeksan miljoonaa iPad-laitetta suoraan koulutuskäyttöön (Etherington 2013). iPad-laitteita on tämän lisäksi myyty kaksinkertainen määrä Applen perinteisiin tietokoneisiin verrattuna (Michaels 2012). Myös Suomen kouluihin on lähivuosina hankittu runsaasti tabletteja. Vantaa ilmoitti vuonna 2014 ostavansa 27 000 oppilaalle taulutietokoneet ja seuraavana vuonna Espoon kaupunki kertoi hankkivansa tabletit kaikille peruskoulun ja lukion oppilaille uuden opetussuunnitelman astuttua voimaan vuonna 2016 (Salomaa 2014; Torvinen 2015).

Teknologian lisääminen suomalaisissa kouluissa näkyy myös valtion tasolla. Opetushallituksen asettaman koulutuspilvijaoston loppuraportin (2014, 25–26) mukaan Suomessa opetushallitus on myöntänyt opetuksen ja koulutuksen järjestäjille lisärahoitusta teknologiaan liittyvien hankkeiden toteuttamiseen. Vuoteen 2014 mennessä jo 500 eri hanketta oli saanut valtionavustusta. Hankkeiden tavoitteina on ollut muun muassa kehittää opetusta, oppimiseen liittyviä pedagogisia toimintamalleja ja työtapoja sekä parantaa teknologisia ratkaisuja. Lisäksi tarkoituksena on ollut lisätä teknologian monipuolista opetuskäyttöä ja sen myötä parantaa oppimistuloksia ja

tietoyhteiskuntavalmiuksia. Rikalan, Vesisenahon ja Myllärin (2013) mukaan halu siirtyä kohti oppilaskeskeisempää opetusta on ollut yksi tärkeimmistä syistä ottaa tablet-tietokoneita laajasti käyttöön Suomen kouluissa.

Tablettien hyötyjä opetuskäytössä on perusteltu muun muassa laitteiden edullisuudella ja toimivuudella tietokoneisiin verrattuna. Lisäksi niiden näytöt ovat älypuhelimiin ja e-kirjoihin verrattuna suuria ja akunkesto on parempi. Tablet-tietokoneisiin on saatavilla runsaasti erilaisia sovelluksia, joita voidaan käyttää myös opetustarkoituksessa. Niiden eduksi voidaan lukea, että oppimistilanteita voidaan järjestää perinteisen luokkahuoneen ulkopuolella, mikä mahdollistaa vapaamuotoisten ja monipuolisten oppituntien järjestämisen. Esimerkiksi Kothaneth, Robinson ja Amelink (2012, 61–62) huomasivat tutkimuksessaan, että tarkoituksenmukaisesti käytettyinä tablet-tietokoneet monipuolistavat opetusmenetelmiä ja mahdollistavat opetuksen myös erilaisille oppimistyyleille sopivaksi. Chou, Block ja Jesness (2012, 20) taas totesivat tablettien opetuskäytön lisäävän oppilaslähtöisten työtapojen käyttöä ja mahdollistavan ajankohtaisen oppimateriaalin saatavuuden.

Suomessa Rikala ym. (2013) tarkastelivat suomalaisten opettajien näkemyksiä tablet-tietokoneiden potentiaalisista pedagogisista mahdollisuuksista ja vertaisivat niitä laitteiden opetuskäytössä toteutuneisiin hyötyihin. Opettajien mukaan tablet-tietokoneiden avulla voitiin monipuolistaa ja tehostaa opetusta ja oppimista monilla eri tavoilla. Erityisesti niiden ajateltiin tukevan oppilaan motivaatiota sekä itsenäistä työskentelyä. Tutkimus kuitenkin osoitti, että tablettien hyödyt opetuskäytössä jäivät ajateltua pienemmiksi, vaikka niiden käytöllä oli myös positiivisia vaikutuksia. Tablet-laitteet on alun perin suunniteltu viihdekäyttöön, eikä niiden opetuskäyttö välttämättä suju ongelmitta. Rikala ym. (2013) korostavatkin, että opetusteknologian potentiaali saadaan käyttöön kun teknologia liitetään vahvasti pedagogisiin käytänteisiin.

Vuonna 2016 voimaan astuneessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (pops 2014) on huomioitu uuden teknologian yleistyminen kouluissa muun muassa ottamalla monilukutaito osaksi laaja-alaisia kokonaisuuksia. Monilukutaidolla tarkoitetaan sellaisia taitoja, joiden avulla oppilas tulkitsee, tuottaa ja arvottaa erilaista tietoa. Opetussuunnitelmassa painotetaan, että tiedolla ei tarkoiteta vain tekstejä, vaan myös esimerkiksi kuvallisesti tai auditiivisesti ilmaistua tietoa. Monilukutaito on siis hyvin oleellista silloin kun käytetään multimediaa sisältävää opetusteknologiaa. Sen avulla oppilas voi oppia ymmärtämään ja soveltamaan eri lähteistä hankkimaansa tietoa.

Opetussuunnitelman perusteissa todetaankin, että oppilaiden pitää pystyä harjoittamaan näitä taitoja sekä perinteisessä että monimediaisessa, teknologiaa hyödyntävässä oppimisympäristössä. (pops 2014, 22–23.)

Älylaitteet ja niiden opetussisällöt ovat tulleet pysyväksi osaksi suomalaista opetusta, minkä vuoksi olisi hyvä tarkastella monipuolisesti, minkälaiset sisällöt tukevat parhaiten oppimista ja monilukutaidon kehittämistä. Lisäksi olisi saatava tietoa siitä, millaiset materiaalit sopivat erilaisille oppijoille. Suuret ja heterogeeniset oppilasryhmät, nopeasti kehittyvän uuden teknologian ottamien opetuksen osaksi ja lisääntyvä kuvallinen viestintä luovat haasteita laadukkaiden oppimateriaalien suunnittelulle. Tulevalle opettajalle on erittäin tärkeää pysyä uuden teknologian lisäksi kartalla siitä, minkälaiset oppimateriaalit oikeasti tukevat oppimista ja miten erilaiset oppijat huomioidaan materiaaleja suunnitellessa. Pelkkiin laitevalmistajien valmiisiin sovelluksiin ei välttämättä kannata luottaa, vaikka ne olisivatkin opetuskäyttöön tarkoitettuja. Tässä tutkielmassa pyritäänkin selvittämään, minkälaiset multimediaoppimateriaalit ja hypermediaoppimisympäristö palvelevat oppimista parhaiten.

## 2 KUVIEN KÄYTTÖ OPETUKSESSA

Sanat ovat olleet jo satojen vuosien ajan tärkein tiedonsiirron ja oppimisen väline. Sanojen avulla välitetty tieto – niin suullinen kuin kirjallinenkin – on ollut keskiössä opetuksessa ja kasvatustieteellisessä tutkimuksessa. (Mayer 2014, 6.) Noin 1970-luvulta alkaen on alettu enenevässä määrin kiinnittää huomiota myös kuvituksen merkitykseen. Kuvien ja oppimisen yhteyttä ovat tarkastelleet muun muassa Levie ja Lenz (1982), jotka kävivät meta-analyysissään läpi 155 aiempaa tutkimusta, joissa oli vertailtu oppimista kuvitetun tekstin ja pelkän tekstin avulla. Aiemmista tutkimuksista kävi selvästi ilmi, että kuvituskuvat voivat edistää oppilaan ymmärrystä opeteltavasta aiheesta sekä helpottaa opeteltavien asioiden mieleen palauttamista. Kuvien laadulla oli kuitenkin merkitystä; vain tekstin kannalta olennaiset kuvat paransivat oppimistuloksia. Kuvat, joilla ei ollut selkeää yhteyttä tekstiin, eivät edistäneet oppimista. Myös valmiit kuvituskuvat toimivat oppilaiden tekemiä kuvia paremmin. Levie ja Lenz (1982) huomasivat lisäksi, että tekstin kuvituksia voidaan käyttää korvaamaan sanoja ja ei-kielellistä informaatiota, kuten karttoja ja tilastoja. Vaikka kuvat voivat suunnata oppilaan huomiota hyödyllisiin asioihin, kävi tutkimuksissa myös ilmi, että kuvien yksityiskohtiin ei välttämättä kiinnitetä huomiota, ellei niitä ole mainittu tekstissä. Kuvien tehokas käyttö ei muutenkaan ollut itsestäänselvyys; kuvista oppiminen saattoi olla heikkoa, ellei siihen kannustettu. Näistä seikoista huolimatta kuvitukset todettiin kiistattoman hyödylliseksi oppimiselle. Ymmärryksen lisäämisen ja mieleen palauttamisen helpottamisen lisäksi ne näyttävät lisäävän oppilaan iloa ja niiden avulla voidaan herättää erilaisia tunteita ja vaikuttaa oppilaan asenteisiin. (Levie & Lenz 1982.)

Myöhemmät tutkimukset ovat tukeneet Levien ja Lenzin (1982) tutkimuskatsauksen tuloksia kuvien ja tekstin hyödyllisistä vaikutuksista. Myöhemmissä tutkimuksissa on lisäksi pyritty tarkentamaan muun muassa miten, minkälaiset ja millaisissa olosuhteissa kuvat vaikuttavat oppimiseen myönteisesti. Esimerkiksi Mayer (1989) selvitti tutkimuksessaan, miten kuvien yhdistäminen tieteelliseen tekstiin vaikutti myönteisesti oppijan kykyyn palauttaa mieleen opiskeltuja asioita. Tekstitetyt kuvat myös paransivat tutkittavien kykyä ratkoa aiheeseen liittyviä ongelmanratkaisutehtäviä. (Mayer 1989, 240.) Mayer ja Anderson (1991) taas osoittivat, että oppimistulokset ovat parempia silloin kun kuvat on esitetty samanaikaisesti tekstin kanssa kuin silloin kun kuvat on esitetty vasta testin jälkeen (1991, 484). Myös Hegarty ja Just (1993) saivat vastaavia

tuloksia kun he vertasivat mekaanisten voimansiirtolaitteiden toimintaperiaatteiden oppimista pelkän tekstin tai pelkkien kuvien sekä yhdessä tekstin ja kuvien avulla. Pelkästä tekstimateriaalista tai pelkistä kuvista opiskelleiden tiedot laitteiden rakenteesta kasvoivat, mutta ymmärrys laitteen toimintaperiaatteesta kasvoi ainoastaan niillä, joilla oli käytössään sekä teksti että kuvat. (Hegarty & Just 1993.)

Oppiminen on monimutkainen ilmiö, minkä takia on mielekästä tarkastella kuvien vaikutusta sen eri osa-alueisiin, kuten faktatietojen mekaaniseen toistoon ja opitun tiedon soveltamiseen. Cuevas, Fiore ja Oser (2002) huomasivat tutkimuksessaan, että kuvien lisäämisen tekstiin vaikutti myönteisesti kykyyn soveltaa opittua tietoa, mutta ei juuri parantanut varsinaisen faktatiedon oppimista. Kuvat näyttivät myös lisäävän tutkittavien metakognitiivisia taitoja. He huomasivat lisäksi, että myönteiset vaikutukset olivat voimakkaimpia niillä tutkittavilla, joilla oli heikot kielelliset taidot. (Cuevas ym. 2002, 433.) Mayer ja Gallini puolestaan (1990, 715) vertailivat tieteellisen laitteen toimintaperiaatetta koskevan tekstin ymmärtämistä kolmella ryhmällä, joista ensimmäisellä oli käytössään staattiset kuvitukset laitteesta, johon oli nimetty laitteen osat. Toisella ryhmällä oli vastaava kuvitus laitteesta, johon oli nimetty laitteen tärkeimmät toiminnot. Kolmannella ryhmällä oli käytössään dynaaminen kuvitus, joka kuvasi laitteen eri toimintoja ja johon oli kirjoitettu sekä laitteen osat että toiminnot. Kontrolliryhmällä ei ollut käytössään olleenkaan kuvia. Kuvitus, johon oli nimetty sekä laitteen osat että toiminnot vaikutti myönteisemmin tutkittavien kykyyn ratkaista ongelmia sekä palauttaa mieleen käsitteellistä tietoa. Erityisesti ne tutkittavat, joilla oli heikot esitiedot aiheesta hyötyivät kyseisestä kuvituksesta.

## **2.1 Multimediaoppiminen**

Kuvia ja sanoja sisältävän materiaalin avulla oppimista on monessa yhteydessä alettu kutsuaan multimediaoppimiseksi (*multimedia learning*) (Mayer 2001). Multimediaalla opetuksessa tarkoitetaan sellaista puhuttua tai kirjoitettua tekstiä sekä kuvia (esimerkiksi taulukot, valokuvat, piirroksat, videot tai animaatiot) sisältävää materiaalia, jonka tavoitteena on edistää oppimista (Mayer 2014, 1–3). Alun perin Mayerin (2001) esittelemä idea multimediaoppimisesta perustuukin siihen, että oppimateriaalit tulisi suunnitella vastaamaan ihmismielen toimintaa. Tästä syystä on tärkeää tarkastella,

miten, millaiset ja minkälaisissa olosuhteissa visuaaliset materiaalit edistävät oppimista yhdessä kirjallisen materiaalin kanssa.

Mayer on todennut useassa tutkimuksessaan, että mielekkäästi toisiinsa yhdisteltyjä tekstiosuuksia ja kuvia sisältävän materiaalin avulla opitaan tehokkaammin kuin sellaisen, jossa on sama informaatio pelkkänä tekstinä (Mayer 2014, 6). Monissa hänen tutkimuksissaan on vertailtu oppimistuloksia sellaisten ryhmien välillä, joilla on ollut oppimateriaalina käytössään pelkät kuvat, pelkkä teksti tai teksti ja kuvat yhdessä. Lisäksi useissa tutkimuksissa on selvitetty sitä, miten multimediämateriaali vaikuttaa ongelmanratkaisutaitoihin ja minkälaista hyötyä siitä on erilaisille oppijoille. Nykyään multimediaoppimisella viitataan laajasti erilaisten visuaalisten ja verbaalisten oppimateriaalien käyttöön (kuten animaatiot ja erilaiset tietokonepohjaiset oppimisympäristöt). Vankkaa näyttöä siitä, että kuvien ja tekstin yhdistäminen hyödyttää oppimista enemmän kuin pelkän tekstin käyttäminen, on alettu kutsua multimediaperiaatteeksi (*multimedia principle*) (Butcher 2014). Multimediaperiaate siis viittaa multimediaoppimateriaalin positiiviseen oppimisvaikutukseen ja se on toiminut perustana jatkotutkimuksille, joissa on pyritty selvittämään milloin, miten, miksi ja minkälaisissa olosuhteissa multimedian avulla oppimisen hyödyt toteutuvat. (Butcher 2014, 174–175).

## **2.2 Tieto ja viestintäteknologia multimediaoppimisessa**

Niin Suomessa kuin kansainvälisestikin on viime vuosikymmeninä pyritty tutkimaan laajasti tieto- ja viestintäteknologian integroimisen vaikutuksia oppimiseen ja opetukseen. Suomessa tutkimukset ovat osoittaneet laitekapasiteetin määrän jatkuvasti kasvaneen, mutta koulu- ja aluekohtaisten erojen säilyneen. (Kumpulainen & Lipponen 2010, 6.) Kankaanrannan, Vahtivuori-Hännisen ja Koskisen (2011, 8) mukaan tutkimustulokset tieto- ja viestintäteknologian opetushyödyistä ovat hajanaisia, eikä yksittäisten tutkimusten tuloksia yhdistäviä meta-analyysyjä ole tehty riittävästi. Kumpulainen ja Lipponen (2010, 7) toteavat tutkimusten antavan myös keskenään ristiriitaisia tuloksia. Heidän mukaansa vaikuttaa kuitenkin siltä, että tieto- ja viestintäteknologian käytöllä on myönteisiä vaikutuksia oppimiseen silloin kun se integroidaan pedagogisesti mielekkääksi osaksi oppimisympäristöä.

Multimediaoppiminen sekä tieto- ja viestintäteknologia liittyvät tiiviisti toisiinsa juuri nykYTEknologian kasvattaman ja mahdollistaman kuvallisen ilmaisun kautta. Staattisten kuvien lisäksi erilaisten videomateriaalien määrä on moninkertaistunut. Vähähyyppä (2011, 19) toteaaakin, että monille nuorille videokerronta on tekstin tuottamista ja lukemista luontevampi tapa omaksua ja tuottaa tietoa. Onkin kiinnostavaa, että myönteisiä oppimistuloksia on Kumpulaisen ja Lipposen (2010, 8–11) mukaan raportoitu enemmän sellaisista oppimisympäristöistä, joissa on käytetty erityisesti visuaalisia elementtejä sisältävää teknologiaa, kuten multimediaa. He summaavat visuaalisuutta sisältävän teknologian sitouttavan oppilaita sekä lisäävän vuorovaikutusta ja yhteistoiminnallista työskentelyä. Eritoten se on näyttänyt hyödyttävän oppilaita, joilla on oppimisvaikeuksia.

Tiedon luonne on muuttunut radikaalisti teknologian kehityksen myötä. Informaation saatavuus, määrä ja luotettavuus asettavat haasteita opetukselle tilanteessa, jossa lapset ja nuoret ovat tottuneet etsimään ja sisäistämään tietoa eri tavoilla kuin ennen. Nykyään oppijan ei tarvitse käyttää kaikkea muistikapasiteettiaan yksityiskohtien muistamiseen, sillä monet asiat voi tarkistaa nopeasti verkosta tai tarvittavat tiedot löytyvät esimerkiksi puhelimen muistista (Vähähyyppä 2011, 19). Vaikka tiedon määrä on kasvanut ja saatavuus helpottunut, sen luonteen muuttuminen saa aikaan uusia haasteita oppijalle ja opettajalle. Miten opitaan kriittinen suhtautuminen saatavilla olevaan tietoon ja miten opitaan hallitsemaan valtavaa tiedon määrää?

### **2.2.1 Teknologiakeskeinen ja oppijakeskeinen lähestymistapa opetusteknologiaan**

Mayer (2014, 13) haluaa erottaa kaksi erilaista tapaa lähestyä multimediaoppimista ja teknologiaa: teknologia- ja oppijakeskeisen näkökulman. Teknologiakeskeinen näkökulma lähtee liikkeelle käytännöstä ja keskittyy pohtimaan, miten käytössä olevaa teknologiaa voitaisiin käyttää multimediaoppimateriaalien suunnittelussa. Teknologiakeskeiset oppimateriaalien suunnittelijat keskittyvät paljolti uusimman teknologian opetuskäyttöön ja alan tutkimus painottuu siihen, minkälaisen teknologian avulla voidaan tehokkaimmin esittää tiettyä tietoa.

Mayer (2014b) suhtautuu kriittisesti teknologiakeskeiseen multimediaoppimisen käyttöön sekä tutkimukseen ja muistuttaa, miten viimeisen sadan vuoden aikana niin

liikkuvasta kuvasta, radiosta, kuin televisiostakin on povattu korvaajaa oppikirjoille. 1960-luvulla ajateltiin tietokoneen korvaavan oppikirjojen lisäksi myös opettajan. Hänen mukaansa teknologia ei ole onnistunut syrjäyttämään oppikirjoja tai opettajaa, koska suhtautuminen opetukseen on ollut teknologiakeskeistä. Sen sijaan, että teknologiaa olisi pyritty soveltamaan oppijoiden tarpeisiin, onkin oppijoiden pitänyt sopeutua uusimman teknologian vaatimuksiin. Tärkeäksi on usein muodostunut teknologian saatavuus kouluissa, ei oppimisen edistäminen.

Nykyään uusinta teknologiaa kouluissa edustavat esimerkiksi kannettavat kosketusnäytölliset älylaitteet, kuten älypuhelimet ja taulutietokoneet eli tabletit. Mayerin (2014b, 15) mukaan on yhä yleisempää, että hyvään oppimiseen ajatellaan kuuluvan, että jokaisella oppilaalla on oma älylaite oppimiskäytössä. Hän on huolissaan siitä, että tällaisella koulutuspolitiikalla toistetaan historian virheitä panostamalla valtaviin laitehankintoihin, minkä jälkeen käyttöön otetun teknologian vaikutukset oppimiseen tuottavatkin pettymyksen. Jos laitehankintojen tarkoituksena on vain taata teknologian ja multimedian saatavuus kouluissa, jää laitteiden potentiaali käyttämättä.

Myös tutkimuksissa on havaittu ongelmia ja puutteita tablet-tietokoneiden opetuskäytössä. Esimerkiksi Chou ym. (2012, 21) havaitsivat, että oppilaiden keskittyminen herpaantui herkästi tietoa etsiessä ja oppilaat saattoivat siirtyä käyttämään viihdyttävämpiä sovelluksia. Lisäksi sekä oppilaiden että opettajien kokemattomuus tablettien käytöstä aiheutti hankaluuksia oppimistilanteissa. Churchillin, Foxin ja Kingin (2012) mukaan tablet-tietokoneiden käyttö oppilaitoksissa riippuu pitkälti opettajien käsityksistä siitä, mitä käyttömahdollisuuksia tableteilla voi olla opetuksessa. Opettajien käsitykset tablettien käyttömahdollisuuksista saattavat johtaa siihen, ettei opetusteknologian kaikkea potentiaalia käytetä. Churchill ja Wang (2014, 223) taas huomasivat, että korkeakoulujen opettajat asennoituivat tabletteihin enemmän hallinnollisena apuvälineenä kuin varsinaisena opetus- ja oppimistyökaluna. Koska tablettien käyttö on riippuvaista opettajien käsityksistä, jää Churchillin ym. (2012) mukaan myös moni tutkimus puutteelliseksi ottaessaan huomioon vain oppilaiden oppimis- ja käyttökokemukset.

Yksi huolenaiheista koskien opetusteknologian käyttöä kouluissa on ollut opettajien puutteelliset tiedot ja itsevarmuuden puute. Purcell, Heaps, Buchanan ja Friedrich (2013) tutkivat melkein 2500 amerikkalaisen opettajan teknologian käyttöä opetuksessa ja havaitsivat, että vaikka opettajat suhtautuvatkin varsin positiivisesti



opetusteknologiaan, he kokivat kannettavat laitteet, internetin ja sosiaalisen median tuovan liikaa työtä ja haastetta omaan opetustyöhönsä. Tablettien opetuskäyttöä koskeva kritiikki kohdistuu myös teknologiakeskeiseen tapaan käyttää opetusteknologiaa. Norris ja Hossain (2012) muistuttavat, miten kannettavien tietokoneiden käytön hyödyt jäivät amerikkalaisissa kouluissa vähäisiksi, koska niitä ei osattu integroida kunnolla osaksi opetusta ja oppimista.

Mayerin (2014b, 15) mukaan oppijakeskeinen lähestyminen opetusteknologiaan tarjoaa tärkeän vaihtoehdon vallalla olleelle teknologiakeskeisyydelle. Oppijakeskeisyyden lähtökohtana on se, miten ihmisen mieli toimii ja se pyrkii selvittämään miten multimedia ja teknologia voisivat edistää oppimista. Siinä keskeistä on, että teknologiaan pohjautuvien oppimateriaalien tulee perustua tutkittuun tietoon siitä, miten ihminen prosessoi tietoa ja mikä edesauttaa oppimista.

### **2.2.2 Kokemuksia elektronisen oppimateriaalin käytöstä**

Elektronisten eli e-oppimateriaalien käyttö koulutuksessa on lisääntynyt viime vuosien aikana etenkin kehittyneissä maissa (Embong, Noor, Hashim, Ali & Shaari 2012, 1802). Tutkimukset osoittavat, että vaikka positiivisiakin kokemuksia e-oppimateriaalien kuten e-kirjojen käytöstä löytyy, monet opiskelijat suosivat silti edelleen mieluiten perinteisiä oppimateriaaleja, etenkin painettuja kirjoja (Yalman 2015; Brunet, Bates, Gallo & Strother 2011; Woody, Daniel & Baker 2010). E-kirjoilla tarkoitetaan yleensä kirjaa, joka on digitaalisessa muodossa ja luettavissa elektroniselta laitteelta, esimerkiksi tietokoneelta, tablettilta tai puhelimesta. E-kirja voi olla joko pelkästään digitaalinen versio perinteisestä painetusta kirjasta tai siinä voi olla mukana interaktiivisia ominaisuuksia kuten mahdollisuus tehdä muistiinpanoja tai muokata näkymää. (Rockinson- Szapkiw, Courduff, Carter & Bennett 2012, 206.).

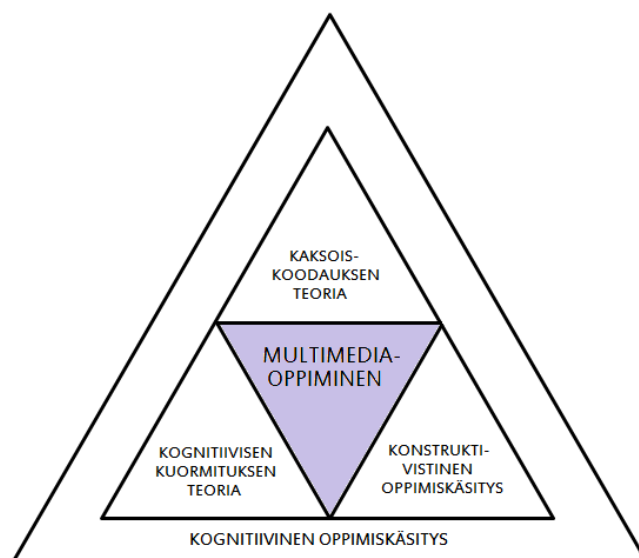
Yalmanin (2015, 255) tutkimuksessa kävi ilmi, että reilut puolet tutkituista opettajaopiskelijoista piti perinteistä oppikirjaa e-kirjaa parempana, kun taas 26 prosenttia koki e-kirjat paremmiksi. Yhtä hyvinä vaihtoehtoina perinteistä ja e-kirjaa piti 19,5 prosenttia opettajaopiskelijoista. Myös Brunetin ym.(2011, 646) tutkimuksessa hammaslääkäriopiskelijat suosivat etenkin aluksi perinteisiä oppikirjoja. Vuoden kuluttua e-kirjojen käyttöön otosta he kuitenkin raportoivat käyttävänsä niitä

tiedonhaussa, mutta silti lukevansa mieluiten pitkiä tekstejä perinteisistä kirjoista. Woody ym. (2010, 945) saivat saman havainnon vertaillaan korkeakouluopiskelijoiden mieltymyksiä perinteisiin ja e-kirjoihin. Opiskelijat suosivat perinteisiä kirjoja riippumatta siitä, miten helpoksi ja miellyttäväksi he kokivat tietokoneiden käytön tai miten paljon heillä oli aiempia kokemuksia e-kirjojen lukemisesta. Opiskelijat eivät myöskään käyttäneet e-kirjoihin liitettyjä linkkejä online-materiaalin tutkimiseen sen enempää kuin mitä he hakivat tietoa internetistä opiskellessaan tavallisista kirjoista (Woody ym. 2010, 947).

On myös näyttöä siitä, että e-kirjoihin totuttelu vaatii aikaa. Esimerkiksi Gueval, Tarnow ja Kumm (2015, 185) tutkivat hoitoalan opiskelijoille suunnattua e-oppimateriaalikokeilua ja huomasivat, että vaikka opiskelijat raportoivat olevansa hyviä e-kirjojen käyttäjiä jo ensimmäisen lukukauden lopussa, vei kuitenkin yli vuoden ennen kuin heidän positiivinen kokemuksensa e-oppimateriaalista alkoi kasvaa.

### 3 MULTIMEDIAOPPIMISEN TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Multimediaoppimisen teorian voidaan katsoa perustuvan konstruktivistiselle oppimiskäsitykselle sekä teoriaan kaksoiskoodauksesta (*dual coding*) ja kognitiivisesta kuormituksesta (*cognitive load theory*) (Mayer & Moreno 2002, 110). Kuviossa yksi on esitetty, miten nämä multimediaoppimisen pohjana toimivat teoriat rakentuvat kognitiiviselle oppimiskäsitykselle. Konstruktivistinen oppimiskäsitys pohjautuu konstruktivistiselle tieteenfilosofiselle suuntaukselle, jonka mukaan ei ole olemassa valmista objektiivista tietoa, vaan se on aina yksilöiden ja yhteisöjen rakentamaa. Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä korostetaan oppijan aktiivista roolia, jossa oppija tulkitsee havaintojaan ja rakentaa uutta tietoa aiempien kokemustensa ja tietojensa pohjalta. (Tynjälä 1999, 37–38.) Mielekäs oppiminen vaatii oppijan kognitiivista aktiivisuutta olennaisen tiedon poimimisessa, sen johdonmukaisessa järjestelyssä sekä yhdistämisessä aiempaan tietoon (Mayer & Moreno 2002, 111). Koska uuden tiedon omaksuminen perustuu oppijan aiemmalle tiedolle, on tärkeää, että oppimateriaalit ja muut oppimisaihiot esitetään tavoilla, jotka vastaavat oppijoiden tapaa tarkastella todellisuutta. Myös multimediaoppimateriaaleja suunnitellessa on hyvä huomioida, että kommunikointi ei vaadi vain yhteistä kieltä vaan lisäksi yhteisen viitekehyksen, jossa informaatiota tulkitaan. (Rauste-von Wright, von Wright & Soini 2003, 162–164.)



KUVIO 2. Multimediaoppimisen tutkimuksen teoreettinen viitekehys

Schnotz, Bockheler ja Grzondziel (1999) huomauttavat, että pelkkä teksti tai kuvat eivät välttämättä tue oppijan aktiivista roolia tiedon konstruoijana eivätkä ne sellaisenaan ole ihanteellisia oppimateriaaleja. Heidän mukaansa sen sijaan interaktiiviset multimediaoppimisympäristöt, jossa oppija voi esimerkiksi ohjailla ja muokata valmiita sisältöjä, mahdollistavat uuden tiedon rakentamisen mielekkäällä tavalla, konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisesti. Myös mahdollisimman laaja valinnan mahdollisuus oppimateriaalien käytössä sekä oppimistilanteet, jotka mahdollistavat vuorovaikutuksen tukevat oppijan aktiivista roolia. (Schnoltz ym. 1999, 246.)

Kaksoiskoodaus on teoria, jossa oletetaan, että ihmisen kognitiivisessa tiedonkäsittelyssä on kaksi erillistä alayksikköä, joista toinen on erikoitunut ei-verbaalisten viestien, kuten kuvien, prosessointiin ja toinen taas kielellisten viestien, kuten puheen ja tekstin käsittelyyn (Paivio 1986; Clark & Paivio 1991). Paivion kehittelemän kaksoiskoodauksen teorian mukaan alayksiköt ovat rakenteellisesti ja toiminnallisesti erillisiä; ne voivat aktivoitua eri aikoihin ja olla aktiivisina myös rinnakkain. Tästä huolimatta kaksi erillistä prosessointiyksikköä ovat yhteydessä toisiinsa siten, että toisen aktiivisuus voi aktivoida myös toisen. (Paivio 1986, 57.) Kaksoiskoodauksen teoriassa oletetaan, että oppimateriaali opitaan ja muistetaan paremmin silloin kun oppija prosessoi sitä sekä visuaalisen että verbaalisen järjestelmän kautta. Tällöin oppijalla on ikään kuin kaksi eri reittiä etsiä opittua tietoa muististaan. (Mayer & Anderson 1991, 485.) Teoria tukee monia multimediaoppimisen tutkimuksissa saatuja tuloksia siitä, miten multimediaoppimateriaalin avulla saavutetaan parempia oppimistuloksia kuin esimerkiksi pelkkää tekstimateriaalia käyttämällä.

Kognitiivisen kuormituksen teoria perustuu käsitykselle siitä, että ihmisellä on rajallinen työmuisti. Työmuistilla eli lyhytkestoisella muistilla tarkoitetaan parhaillaan käsiteltävien asioiden prosessointiin käytettävää muistia, ja se on ainoa muisti, jota ihminen pystyy itse ohjaamaan ja tarkkailemaan. Työmuistissa on osittain itsenäiset prosessointiyksiköt verbaaliselle sekä visuaaliselle informaatiolle ja se on vuorovaikutuksessa pitkäkestoisen muistin kanssa. Pitkäkestoiseen muistiin tieto on järjestäytynyt skeemoiksi, joiden avulla voidaan vapauttaa työmuistin kapasiteettia, sillä skeemojen automatisoitunut toiminta ei kuormita työmuistia. Oppimateriaalien suunnittelijoiden kannalta työmuistin rajallisuus asettaa haasteita, sillä siihen mahtuu kerrallaan noin seitsemän toisiinsa liittymätöntä tietoyksikköä. Pelkkien informaatiopätkien ulkoa muistamisen lisäksi työmuistia käytetään muun muassa

järjestelemään, vertailemaan ja työstämään hankittua tietoa, joten se pystyykin todennäköisesti prosessoimaan vain kahta tai kolmea tietoyksikkö kerrallaan. (Kirchner 2002, 1–3.) Liian suuren tietomäärän käsittely visuaalisessa ja verbaalisessa työmuistissa voi johtaa ylikuormitukseen, jonka seurauksena osa tiedosta jää käsittelemättä (Mayer & Moreno 2002, 110–111).

Ongelmat oppimisessa ja ongelmanratkaisutaidoissa voi kognitiivisen kuormituksen teorian kautta nähdä osittain keinotekoisina, sillä niitä voidaan aikaansaada tai helpottaa erilaisten oppimateriaalien valinnalla (Sweller 1994, 295). Kognitiivisen kuormituksen teorian mukaan työmuistin kuormitusta voidaan vähentää esimerkiksi käyttämällä eri informaatiokanavia, kuten verbaalista ja visuaalista prosessointiyksikköä, saman tiedon käsittelyssä (Kirschner 2002). Oppimateriaalien huolellinen suunnittelu onkin avainasemassa kuormituksen minimoinnissa; mikäli oppimistehtävä tiedetään kuormittavaksi, on tärkeää valita sille sopivia esitysmuotoja ja oppimateriaaleja, jotta välttyttäisiin oppimisen vaikeutumiselta. Myös oppijan aiemmalla tiedolla ja tietorakenteilla on suuri merkitys kognitiiviselle kuormitukselle; pitkäkestoiseen muistiin aiemmin muodostuneet ja hyvin järjestäytyneet skeemat auttavat kiertämään työmuistin rajoituksia (Kirschner 2002, 1.) Multimediaoppimisen tutkimus antaa runsaasti tietoa erilaisten esitystapojen ja niiden yhdistelyn vaikutuksista. Kuvallisten ja kielellisten esitystapojen mielekkään yhdistämisen lisäksi on tärkeää pyrkiä välttämään toisistaan irrallisia asioita ja liian suuria tietomääriä samassa esityksessä. (Nurmi 2004, 85.)

### **3.1 Multimediaoppimisen vaikutusten tutkiminen**

Kognitiivisessa tutkimuksessa on perinteisesti erotettu ulkoa oppiminen syvällisemmästä ymmärtämisestä (Butcher 2014, 179). Myös multimediaoppimisen tutkimuksessa on perinteisesti pyritty mittaamaan sekä oppimateriaalin mieleen palauttamista (*retention*) että sen ymmärtämistä ja soveltamista (*transfer*). Oppimateriaalin mieleen palauttamista arvioidaan usein monivalintakysymysten, oikein tai väärin -väittämien, avoimien mieleen palauttamistehtävien avulla tai tehtävillä, joissa täytetään puuttuvia sanoja tai lauseita. Tällaisilla arviointimenetelmillä pystytään hyvin mittaamaan, missä määrin tutkittavat ovat painaneet mieleensä oppimateriaalin sisällön

tarkasti sellaisena kuin se oli. (Butcher 2014, 179.) Oppimateriaalin ulkoa osaaminen ei välttämättä tunnu monesta järkevältä tavoitteelta, mutta mieleen painamisesta on myös hyötyä. Esimerkiksi Kintschin (1994, 294) mukaan tekstin syvällisempi ymmärtäminen monesti vaatii sen muistamista.

Kun testataan oppimateriaalin ymmärtämistä, oppijan täytyy pystyä muun muassa analysoimaan, muokkaamaan tai soveltamaan oppimaansa tietoa. Materiaalin ymmärtämistä voidaan arvioida esimerkiksi avoimilla kysymyksillä tai ongelmanratkaisutehtävillä. Monissa tutkimuksissa materiaalin ymmärtämistä on testattu arvioinneilla, joissa tutkittavien on pitänyt soveltaa oppimaansa tietoa uudessa tilanteessa. (Butcher 2014, 179.)

Yleisesti ottaen multimediaoppiminen näyttäisi vaikuttavan vahvemmin ymmärryksen kasvuun ja ongelmanratkaisutaitoihin kuin oppimateriaalin mieleen palauttamiseen sellaisenaan (Butcher 2014, 179–180; Mayer 2014, 6). Esimerkiksi Mayer, Steinhoff, Bower ja Mars (1995) huomasivat multimediaoppimateriaalin vaikuttavan myönteisesti oppilaan kykyyn kehittää luovia ratkaisuja oppimateriaalin perusteella esitettyihin ongelmiin. Multimediaoppiminen vaikuttaisi myös tukevan tarkempien ja kokonaisvaltaisempien mentaalisten mallien (*mental model*) kehittymistä. Esimerkiksi Butcher (2006) vertaili mentaalisten mallien rakentumista sydäntä ja verenkiertojärjestelmää käsittelevien oppimateriaalien avulla, jotka sisälsivät joko pelkän tekstiosuuden, tekstin ja yksinkertaiset perustoimintoja kuvaavat kuvat tai tekstin ja yksityiskohtaisemmat kuvat. Hän huomasi yksityiskohtaisia kuvia sisältävien oppimateriaalien tukevan parhaiten mentaalisten mallien kehittymistä ja yksinkertaisemman kuvan auttavan yksityiskohtaisempaa paremmin faktatiedon hallinnassa. (Butcher 2006, 182.)

### **3.2 Multimediaoppimiseen vaikuttavat seikat**

Oppijan kognitiivisten prosessien lisäksi multimediaoppimateriaalin laadulla on suuri merkitys oppimiselle. Syvemmän ymmärryksen aikaansaaminen vaatii, että sanat ja kuvat tukevat toisiaan ja luovat keskenään mielekkäitä kokonaisuuksia. Mayerin (2014b) mukaan oppimateriaalien suunnittelussa on tärkeää ymmärtää, mikä on paras tapa yhdistää kuvia ja tekstiä toisiinsa. Vaikka kuvien saatavuus ja muokattavuus on

nykuteknologian ansiosta kaikille mahdollista ja helppoa, pitää oppimateriaalien valmistajalla silti olla tietoa siitä, miten niitä tulisi käyttää. (Mayer 2014, 7.) Tärkeintä on kiinnittää huomio siihen, miten kuvat ja teksti esitetään ja yhdistetään keskenään. Jo pelkän staattisen kuvan esittelytavoista voi olla lukuisia erilaisia vaihtoehtoja, jotka voivat vaikuttaa eri tavoilla erilaisten oppijoiden oppimiseen. (Butcher 2014, 181.)

### ***Kuvien sijoittelu***

Mayer (1989) huomasi tutkimuksessaan, miten tärkeää on sijoittaa teksti ja kuvat lähelle toisiaan siten, että kuvan pystyi yhdistämään sitä selittävään tekstiin. Kokeessa, jossa opiskelijoiden tuli opiskella auton mekaniikkaa tekstistä, osalla opiskelijoista oli käytössään myös kuvateksteillä varustetut kuvat, osalla kuvat ilman kuvatekstejä, osalla pelkät kuvatekstit ja lopuilla pelkkä varsinainen testi ilman kuvia tai kuvatekstejä. Opiskelijat, joilla oli kuvat ja kuvatekstit pystyivät muita ryhmiä paremmin muistamaan selittävää tekstiä eli selityksiä auton toiminnasta ja he pärjäsivät myös muita ryhmiä paremmin ongelmanratkaisutehtävissä. Mayer ym. (1995) puolestaan tutkivat kuvien sijoittamista ja niihin yhdistettyjen tekstien vaikutusta ongelmanratkaisutaitoihin. Kahden eri ryhmän opiskelijat lukivat saman salamaa käsittelevän tekstin ja näkivät kuvat salaman muodostumisen päävaiheista. Ensimmäisellä ryhmällä kuvat oli sijoitettu vastaavan tekstikohdan viereen ja niissä oli lisäksi varsinaisesta tekstistä lainattu kuvan tapahtumaa kuvaava teksti. Toisella ryhmällä taas kuvat olivat eri sivulla kuin teksti, eikä niissä ollut kuvatekstejä. Ensimmäisen ryhmän opiskelijat kehittivät noin 50 prosenttia enemmän luovia ratkaisuja ongelmanratkaisutehtäviin kuin toisen ryhmän opiskelijat. Kuvatekstit vaikuttivat myönteisiin tuloksiin enemmän kuin kuvien sijoittelu tekstin yhteyteen.

### ***Jaetun huomion periaate***

Ayresin ja Swellerin (2014) mukaan oppimateriaalien suunnittelussa kannattaakin välttää sellaisia elementtejä, jotka jakavat oppijan huomiota. Ajallisesti ja fyysisesti erillään olevat materiaalit kuormittavat oppijan työmuistia enemmän, sillä niitä tarkastellessa oppija joutuu itse yhdistelemään hajanaista tietoa. Oppimateriaalit tulisikin rakentaa niin, että eri materiaalit, kuten tekstit ja taulukot, on integroitu

toisiinsa siten, että ne toimivat jo sellaisenaan eheänä kokonaisuutena. Näin oppijalle jää enemmän resursseja varsinaista oppimisprosessia varten. Tätä useassa tutkimuksessa havaittua ilmiötä kutsutaan jaetun huomion periaatteeksi (*split-attention principle*). Jaetun huomion periaate toteutuu kun samaa sisältöä opiskelleista ne, joilla tieto on esitetty integroidussa muodossa oppivat paremmin kuin ne, joiden oppimateriaalissa tieto on esitetty hajanaisesti.

Kuvien ja tekstien sijoittaminen fyysisesti lähekkäin aikaansaa parempia oppimistuloksia kuin erillään olevat kuvat ja tekstit (Mayer 1989; Mayer ym. 1995). Ayresin ja Swellerin (2014, 2015) mukaan on järkevää olettaa, että myös ajallinen integrointi vähentää oppijan kognitiivista kuormitusta. Tätä tukevat esimerkiksi Mayerin ja Andersonin (1991; 1992) tutkimukset, joissa opiskelijat opettelivat pyörän pumpun tai auton jarrujen toimintaa animaation ja selostuksen avulla. Molemmissa tutkimuksissa ne opiskelijat, joiden oppimateriaalissa animaatio ja selostus olivat samanaikaiset, pärjäsivät niitä paremmin, joilla ne esitettiin peräkkäin. Jälkimmäisessä tutkimuksessa ryhmä, jolla animaatio ja selostus olivat eri aikaan, pärjäsivät yhtä huonosti ongelmanratkaisutehtävissä kuin kontrolliryhmä, jolla ei ollut ollenkaan oppimateriaalia käytössään.

Oppimateriaalien kuvien ja tekstin sijoittamista on tutkittu myös hypermediaoppimisympäristöissä, joissa jaetun huomion efektiä on pyritty vähentämään hyperlinkkien avulla. Hypermedialla tarkoitetaan tässä tapauksessa epälineaarista oppimateriaalia, joka sisältää multimediaa ja jonka käyttöä oppija pystyy itse kontrolloimaan (Schreiter 2014, 506). Bétrancourt ja Bisseret (1998) vertasivat tietokonepohjaisia esityksiä, joista yhdessä kuvat ja teksti olivat erillään eri puolilla tietokoneen näyttöä, toisessa kuvat ja teksti oli integroitu mielekkäästi ja kolmannessa tekstiosuudet avautuivat erilliseen ponnahdusikkunaan (*pop-up window*) linkkiä klikkaamalla. Ponnahdusikkunoihin perustuva esitys osoittautui erillisiä kuvia ja tekstiä paremmaksi ja yhtä tehokkaaksi integroidun esityksen kanssa. Myös Erhel ja Jamet (2006) tarkastelivat ponnahdusikkunoiden vaikutuksia oppimistuloksiin multimediaoppimisympäristössä. Hekin huomasivat ponnahdusikkunoiden toimivan erillisiä kuvia ja tekstiä paremmin ja yhtä hyvin kuin integroidut kuvat ja teksti. Joissain mittauksissa ponnahdusikkunamateriaalia käyttäneet tutkittavat pärjäsivät jopa integroitua materiaalia käyttäneitä paremmin. Ponnahdusikkunoiden myönteiset vaikutukset saattavat Erhelin ja Jamet'n (2006, 145–146) mukaan johtua esimerkiksi



siitä, että avautuvassa ikkunassa ei ole ylimääräisiä visuaalisia tekijöitä, jotka saattaisivat kuormittaa oppijaa. Toinen mahdollinen selitys on se, että linkkien klikkaaminen tukee interaktiivista vuorovaikutusta oppijan ja oppimateriaalin välillä, mikä puolestaan sitouttaa oppijaa oppimistapahtumaan epäinteraktiivista ympäristöä paremmin.

Tekstin ja kuvan vierekkäisyyden lisäksi myös sama asia esitettynä yhtä aikaa audio- ja kirjoitusmuodossa voi tukea asiasisällön mieleen palauttamista. Mayer ja Johnson (2008) tutkivat päällekkäisen informaation vaikutusta näyttämällä opiskelijoille lyhyitä multimedia PowerPoint -esityksiä, jotka sisälsivät kuvan ja muutaman lauseen mittaisen puhutun selostuksen käsiteltävästä aiheesta. Osassa opiskelijoille näytettävistä dioista oli myös kahdesta kolmeen sanaa kirjoitettuna, jotka olivat identtisiä puhutun selostuksen kanssa. Sanat kuvasivat tärkeimpiä kohtia kussakin diassa esitetystä tapahtumasta ja ne oli sijoitettu sisältöään vastaaviin kohtiin kuvissa. Muiden opiskelijoiden dioissa ei ollut kirjoitettuja sanoja. Ryhmässä, jonka dioissa käytettiin puhutun lisäksi kirjoitettua tekstiä, pystyttiin paremmin palauttamaan mieleen esityksen sisältöjä. Tämä saattoi johtua esimerkiksi siitä, että kirjoitetut sanat ohjasivat oppijan huomiota keskeisiin kohtiin esityksen kuvissa. (Mayer & Johnson 2008.)

### ***Päällekkäisyysperiaate***

Päällekkäisten tietojen voidaan nähdä kuormittavan opiskelijaa. Kalyugan ja Swellerin (2014) mukaan päällekkäisyyttä tapahtuu kun sama tieto esitetään yhtä aikaa useassa eri muodossa tai sitä täsmennetään turhaan. Kognitiivisen kuormituksen teorian mukaan päällekkäinen tieto kuormittaa työmuistia ja häiritsee oppimistapahtumaa. Tarvetta prosessoida yhtäaikaaisesti useita tiedonlähteitä voidaan vähentää jättämällä samaa toistava ylimääräinen tieto pois oppimateriaaleista. Tätä kutsutaan päällekkäisyysperiaatteeksi (*redundancy principle*). (Kalyuga & Sweller 2014, 247.) Päällekkäisyysperiaatetta kuvasivat ensimmäisinä Sweller ja Chandler (1991) tutkiessaan jaetun huomion efektiä (*split-attention effect*), jossa oppijan pitää tarkastella useampaa erillään esitettyä elementtiä ymmärtääkseen kokonaisuuden. Yleensä tällainen tilanne kuormittaa opiskelijaa ja heikentää oppimistuloksia. Sweller ja Chandler (1991) saivat yllättäen myös vastakkaisia tuloksia, joissa jaettu huomio antoi integroitua materiaalia parempia oppimistuloksia. He huomasivat, että silloin kun tekstissä ja

taulukoissa oleva tieto oli päällekkäistä eli kumpi tahansa olisi riittänyt kertomaan saman asian, oppimistulokset eivät kasvaneet (Sweller & Chandler 1991, 354).

Kun päällekkäisiä tietoja yhdistetään eri muodoissa toisiinsa, esimerkiksi kuvaan lisätään tekstiä, joka kertoo saman asian, se ei ole vain ylimääräistä, vaan sitä on myös hyvin vaikeaa välttää. Jos teksti ja kuva sen sijaan sijaitsevat kauempana toisistaan, on jompikumpi helpompi jättää huomiotta ja näin välttyä ylimääräiseltä kuormitukselta. (Kalyuga & Sweller 2014, 251–252.) Myös Bobis, Cooper ja Sweller (1993) testasivat päällekkäisyysperiaatetta tutkimalla, miten eri ohjeistukset vaikuttivat oppilaiden suoriin paperintaittelutehtävässä. He huomasivat, että päällekkäisen tekstin lisääminen kuvallisiin ohjeisiin heikensi oppilaiden suorituksia. (Bobis ym. 1993, 1.) Kalyugan ja Swellerin (2014, 252) mukaan mikä tahansa päällekkäinen informaatio voi kuormittaa oppimista, ei ainoastaan kuvat tai teksti.

### ***Kuvatyyppit***

Kuvien ja tekstin sijoittamisen lisäksi multimeditamateriaalia käyttävän on pohdittava, minkälaiset kuvat ovat tehokkaimpia missäkin tilanteessa. Oppimateriaalien suunnittelijalla valikoimaa riittää: halutaanko käyttää realistisia ja yksityiskohtaisia kuvia kuten valokuvia vai esimerkiksi abstrakteja ja yksinkertaisia kuvia, kuten kaavioita ja viivapiirustuksia. Dwyer (1970) huomasi, että multimediaa sisältävän esityksen yksinkertaisemmat, vähemmän realistiset kuvat vaikuttivat yksityiskohtaisia ja realistisia kuvia myönteisemmin oppimateriaalin mieleen palauttamiseen, vaikka realistiset kuvat sisälsivät oppimisen kannalta enemmän tarpeellista tietoa. Tutkimuksessa oppimateriaalin katsomiseen annettu aika oli kuitenkin rajattu. Kun oppilaat saivat kontrolloida multimediaesityksen nopeutta, tukivat realistiset kuvitukset oppimista yksinkertaisia kuvia paremmin. (Dwyer 1970, 245–246.) Myös myöhemmissä tutkimuksissa oppijan mahdollisuuden säädellä käyttämäänsä aikaa multimediaesitysten katsomiseen on huomattu vaikuttavan oppimiseen. Esimerkiksi Mayer ja Chandler (2001, 390) totesivat ymmärryksen opeteltavasta sisällöstä kasvavan paremmin niillä oppilailla, jotka saivat säädellä esityksen katseluun käyttämäänsä aikaa.

Jo aiemmin mainitussa Butcherin (2006) tutkimuksessa, jossa vertailtiin pelkän tekstin, tekstin ja yksinkertaisten kuvien sekä tekstin ja yksityiskohtaisten kuvien vaikutusta oppimiseen, huomattiin, että yksinkertaiset kuvat tukivat parhaiten faktatiedon

oppimista. Lisäksi opiskelijan aiemmat tiedot opeteltavasta aiheesta vaikuttivat siihen, millaisesta kuvasta hän hyötyi. Ne opiskelijat, joilla oli paljon aiempaa tietoa, hyötyivät yhtä paljon yksinkertaisista ja yksityiskohtaisista kuvista, mutta heikommilla alkutiedoilla varustettujen opiskelijoiden tiedot kehittyivät parhaiten yksinkertaisten kuvien avulla. Tässä tutkimuksessa opiskelijat saivat itse kontrolloida multimediaesityksen katseluun käyttämänsä aikaa. Myös Mayerin (2001) mukaan etenkin noviisit hyötyvät siitä, ettei kuvallisissa esityksissä ole turhia yksityiskohtia. Lisäksi Sloutsky, Kaminski ja Heckler (2005, 508) totesivat oppimisen ja tiedon siirtämisen uusiin tilanteisiin helpottuvan silloin kun tieto oli esitetty pelkistetyssä ja yleisessä muodossa. Tämä on hyvin linjassa multimediaperiaatteen kanssa, jonka mukaan multimediaoppimateriaaleissa ei tulisi olla asiaan kuulumattomia sanoja tai kuvia.

Pelkistetyt tai erittäin yksityiskohtaiset kuvat eivät välttämättä sellaisenaan toimi ihanteellisesti, vaan on myös mahdollista, että oppimista parhaiten tukevat kuvasarjat, jotka muuttuvat vähitellen. Goldstone ja Son (2005, 69) huomasivat, että kuvasarjat, jotka alkavat konkreettisilla ja yksityiskohtaisilla kuvilla ja vaihtuivat abstrakteihin yksinkertaisempiin kuviin, olivat oppimisen kannalta tehokkaimpia. On myös mahdollista, että parhaiten oppimista tukevat sellaiset esitykset, joissa sama informaatio esitetään samanaikaisesti sekä abstraktina että konkreettisena kuvana. Moreno, Ozogul ja Reisslein (2011, 32) vertasivat elektroniikka-asennusten oppimista oppimateriaalien avulla, joihin kuului tekstiä ja kuvia. Osan opiskelijoista kuvissa oli kytkentäkaaviota, joissa oli käytetty konkreettisia kuvia esimerkiksi paristoista tai hehkulampuista kun taas osalla kytkentäkaavioissa käytetyt merkit olivat abstrakteja. Abstraktit kuvat paransivat opiskelijoiden ymmärrystä paremmin kuin konkreettiset kuvat. Kuitenkin kaikkein parhaiten oppimista tuki oppimateriaali, jossa oli sekä abstrakteja että konkreettisia kuvia.

### ***Jaottelu-, valmennus- ja modaliteettiperiaate***

Kuvien huonon sijoittelun ja vääränlaisten kuvien valinnan lisäksi ongelmia voi syntyä silloin, kun oppimisen kannalta tarpeellista tietoa, tekstejä ja kuvia, on liikaa ja niiden prosessointiin ei ole riittävästi aikaa. Jos käytetyssä materiaalissa ei ole ylimäärästä informaatiota eikä päällekkäisyyttä, mutta se on silti niin laaja, että se kuormittaa oppijaa liikaa, tarvitaan tekniikoita, joiden avulla oppija voi hallita tiedon prosessointia.

Mayer ja Pilegard (2014) erittelevät kolme periaatetta, joiden avulla laajan multimediaoppimateriaalin kuormittavuutta voidaan vähentää: jaottelu- (*segmenting principle*), valmennus- (*pre-training principle*) ja modaliteettiperiaatteen (*modality principle*).

Jaotteluperiaatteella (*segmenting principle*) tarkoitetaan sitä, että ihmiset oppivat paremmin kuin multimediamaateriaali on jaettu oppijalle sopiviksi kappaleiksi sen sijaan, että se esitettäisiin yhtäjaksoisesti (Mayer & Pilegard 2014). Esimerkiksi Mayerin ja Chandlerin (2001) tutkimuksessa opiskelijat katsoivat noin 140 sekuntia kestävänsä salaman muodostumista käsittelevän multimediaesityksen. Osalla esitys oli jaettu 16 osaan ja osalla esitys eteni yhtäjaksoisesti keskeyttämättä. Osiin jaotellussa esityksessä opiskelija sai katsella noin 10 sekuntia kestävänsä, yhden lauseen mittaisen pätkän, jonka jälkeen hänen piti klikata ruudulla näkyvää linkkiä päästäkseen eteenpäin. Jaoteltua esitystä katsoneet opiskelijat pärjäsivät huomattavasti yhtäjaksoista esitystä katsoneita paremmin esityksen jälkeen tehdyissä ongelmanratkaisutestissä. Hieman uudempi esimerkki jaotteluperiaatteesta on Boucheixin ja Schneiderin (2009) tutkimus, jossa opiskelijat opettelivat väkipyörän toimintaperiaatetta animaatiosta, joka oli joko yhtäjaksoisesti jatkuva tai jaettu pieniin osiin, joiden etenemistä opiskelijat saattoivat kontrolloida. Tässäkin tutkimuksessa jaoteltua animaatiota katsoneiden ryhmän ymmärrys väkipyörän toiminnasta kasvoi kontrolliryhmää paremmin.

Jaottelun lisäksi multimediaoppimista voidaan parantaa selvittämällä etukäteen oppimisen kannalta keskeisiä käsitteitä. Tätä kutsutaan valmennusperiaatteeksi (*pre-training principle*) (Mayer & Pilegard 2014.) Mayerin, Mautonen ja Protheron (2002) tutkimuksessa oppilaat opettelivat maantieteellisiä ilmiöitä tietokonepelin avulla. Osa oppilaista sai ennen pelaamista nähdä kuvia pelin kannalta keskeisistä maantieteellisistä piirteistä, kuten harjanteista, vajoamista ja saarista, ja osa ei. Ne oppilaat, jotka saivat etukäteen tietoa keskeisistä käsitteistä, pärjäsivät paremmin pelin jälkeen seuranneissa ongelmanratkaisutehtävissä. Myös Eitel, Scheiter ja Schüler (2013) saivat samankaltaisen tuloksen tutkiessaan väkipyörän toimintaperiaatteiden oppimista tekstiin lisättyjen kuvien avulla. He huomasivat, että ne opiskelijat, jotka saivat omaan tahtiin katsoa kuvamateriaalia väkipyörästä ennen varsinaista oppituntia, pärjäsivät oppitunnin jälkeen tehdyssä ymmärrystä mittaavassa testissä kontrolliryhmää paremmin.

Viimeinen kuormittavuuden vähentämiseen pyrkivä periaate on modaliteettiperiaate (*modality principle*), jolla tarkoitetaan sitä, että multimediamaateriaalista oppiminen on

syvällisempää silloin kun sanallinen osuus on puhuttu. Modaliteettiperiaatetta on tutkittu kymmenissä eri tutkimuksissa ja se onkin yksi multimediaoppimisen tutkituimpia osa-alueita (Mayer & Pilegard 2014, 332). Valtaosa aiheesta tehdyistä tutkimuksista on osoittanut, että kuvien yhdistäminen puhuttuun tekstiin edistää oppimista paremmin kuin kuvien yhdistäminen kirjoitettuun tekstiin (esim. Mousavi, Low & Sweller 1995; Jeung, Chandler, & Sweller 1997; Kalyuga, Chandler, & Sweller 1999; Schöler, Scheiter & Gerjets 2013; Mayer & Pilegard 2014, 336).

Vaikka jaottelu-, valmennus- ja modaliteettiperiaatteita tukevat monet tutkimustulokset, ei niitä silti voi soveltaa kaikissa tapauksissa. Esimerkiksi materiaalin jaottelusta osiin ei ole hyötyä, mikäli oppimateriaalin sisällöt ovat jo ennestään tuttuja ja helppoja, koska oppijalla on tässä tapauksessa riittävästi kognitiivista kapasiteettia materiaalin prosessoimiseen. Vastaavasti käsitteiden etukäteen opettelusta ei ole hyötyä oppijoille, joilla on runsaasti aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta. Myöskään modaliteettiperiaate ei päde, jos oppija pystyy itse kontrolloimaan multimediaesityksen tahtia, sillä tällöin hän pystyy tasaamaan esimerkiksi runsaasta tekstistä johtuvaa kuormitusta. Modaliteettiperiaate ei toimi silloinkaan, jos puhuttu osuus on kovin pitkäkestoinen tai jos oppijalla on paljon aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta. (Mayer & Pilegard 2014, 336.)

### ***Oppimateriaalin kontrollointi***

Multimediaoppimiseen saattaa vaikuttaa se, miten paljon oppija pystyy kontrolloimaan oppimateriaalia. Tämä tulee kysymykseen etenkin hypermediaoppimisympäristöissä, jossa oppija ohjaa itse median kulkua esimerkiksi etenemällä materiaalissa linkkien avulla. Esimerkiksi monet digitaaliset oppimisympäristöt mahdollistavat sen, että oppija voi edetä materiaalin opiskelussa haluamaansa tahtiin, tarkastella valikoiden eri sisältöjä. Tällaista oppimateriaalin hallintaa voidaan kutsua oppijan kontrolliksi (*learner control*). (Schreiter & Gerjets 2007.)

Usein ajatellaan hypermediaoppimisympäristöjen olevan lineaarisia oppimisympäristöjä parempia juuri siksi, että ne ovat erittäin interaktiivisia ja ne antavat oppijalle mahdollisuuden kontrolloida käyttämäänsä informaation määrää ja laatua. Oppijan kontrollin voisi kuvitella parantavan oppimista, sillä sen on ajateltu esimerkiksi kasvattavan oppijan motivaatiota ja kiinnostusta opeteltavaa asiaa kohtaan,

mahdollistavan materiaalin soveltuvuuden oppijan mieltymyksiin ja kognitiivisiin taitoihin sopivaksi sekä tarjoavan mahdollisuuksia aktiiviselle tiedonkäsittelylle ja itsesääätelytaitojen kehittämiseksi (Schreiter & Gerjets 2007, 301). Huolimatta siitä, että oppijan mahdollisuudessa kontrolloida oppimateriaalia voidaan nähdä paljon mahdollisia hyötyjä, ei empiirisiä todisteita näistä eduista oppimiselle ole juurikaan löydettävissä. Tämä johtuu Schreiterin (2014, 487) mukaan siitä, että hypermediaoppimateriaalin käyttö vaatii enemmän kognitiivista kapasiteettia ja metakognitiivisia taitoja kuin perinteisen lineaarisesti etenevän oppimateriaalin käyttäminen. Oppija tarvitsee aiempia tietoja opeteltavasta aiheesta kyetäkseen hyödyntämään vapauden valikoida ja ajoittaa saatavilla olevaa tietoa. Lisäksi tarvitaan ohjausta, joka tukee oppijan itsesääätelyä ja materiaalin hallintaa.

### ***Erilaiset oppijat multimediaoppimateriaalin käyttäjinä***

Multimediaoppimateriaalia suunnitellessa on hyvä pysähtyä pohtimaan myös sitä, millainen oppija tai ryhmä tulee käyttämään materiaalia. Etenkin oppijan aiempi tieto näyttäisi vaikuttavan siihen, millaisesta materiaalista hyödytään eniten. Monissa tapauksissa sellaiset oppimateriaalit, joiden tiedetään tukevan noviisioppijoita, eivät välttämättä auta sellaisia oppijoita, joilla on paljon aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta. Päinvastoin, noviiseja hyödyttävät materiaalit saattavat jopa häiritä eksperttioppijoita (Kalyuga 2014, 557). On ilmiselvää, että noviisioppijat, joilla ei ole juuri aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta, tarvitsevat enemmän opetusta ja ohjausta kuin ekspertit, joilla tietoa opeteltavasta aiheesta löytyy jo ennestään. Tilanteissa, joissa heterogeenisen ryhmän eksperttioppijoiden tulisi laajentaa tietojaan ja taitojaan yhdessä noviisien kanssa, on hyvä huomioda, että materiaali, joka tukee parhaiten noviiseja, saattaa sisältää eksperteille päällekkäistä informaatiota. Päällekkäinen informaatio taas lisää eksperttioppijoiden turhaa kognitiivista kuormitusta ja siten häiritsee oppimista. (Kalyuga 2014, 576.) Esimerkiksi Kalyugan, Chandlerin ja Swellerin (2000) tutkimuksessa opiskelijat, joilla ei ollut aiempaa kokemusta pyörimisnopeutta esittävien diagrammien käytöstä, saivat käyttöönsä joko pelkät diagrammit, diagrammit kirjoitetulla tekstillä, diagrammit puhutulla tekstillä tai diagrammit puhutulla ja kirjoitetulla tekstillä. Multimediaa sisältävät vaihtoehdot toimivat parhaiten ja heikoimmin opittiin pelkän diagrammin avulla. Kun samat opiskelijat osallistuivat myöhemmin, nyt kokeneempina diagrammin käyttäjinä, samaan kokeeseen, ei vaikutus

enää ollutkaan sama. Tällä kertaa parhaiten opittiin pelkän diagrammin avulla, ilman multimediasisältöä.

Kun halutaan suunnitella laadukas ja toimiva multimediaa sisältävä oppimateriaali, on otettava lukuisia seikkoja huomioon ja mietittävä aina myös, millaisia oppijoita materiaali hyödyttää parhaiten. Taulukkoon yksi on kerätty aiemmin esitetystä teoriasta johdettuja keskeisiä kohtia siitä, mitä asioita kannattaa pitää mielessä silloin kun suunnittelee multimediaoppimateriaalia.

## TAULUKKO 2. Multimediaoppimateriaalien suunnittelussa huomioitavia asioita

Huomioitavaa	Kuvaus
Sisältö	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esitetään vain tarpeellinen tieto.</li><li>• Esitys ei sisällä turhia yksityiskohtia.</li></ul>
Päällekkäisyys	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kuvien ja tekstin päällekkäisyys kuormittaa oppijaa.</li></ul>
Sijainti	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tekstin ja kuvien lähekkäinen fyysinen ja ajallinen sijainti helpottaa oppimista.</li></ul>
Kuvatyyppit	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abstraktit, yksinkertaiset kuvat auttavat faktatiedon oppimisessa ja hyödyttävät noviisioppijoita.</li><li>• Realistiset, yksityiskohtaiset kuvat tehostavat sellaisten oppijoiden oppimista, joilla on aiempaa tietoa opeteltavasta asiasta.</li><li>• Realististen ja abstraktien kuvien yhdistäminen samaan esitykseen saattaa hyödyttää kaikkia oppijoita.</li></ul>
Ajankäyttö	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oppijan mahdollisuus säädellä esityksen katseluun käyttämänsä aikaa parantaa oppimistuloksia.</li></ul>
Jaottelu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oppiminen helpottuu kuin multimediämateriaali on jaettu oppijoille sopiviksi kappaleiksi sen sijaan, että se esitettäisiin yhtäjaksoisesti.</li></ul>
Valmennus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multimediaoppimista voidaan parantaa selvittämällä etukäteen oppimisen kannalta keskeisiä käsitteitä.</li></ul>
Puhuttu teksti	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multimediaoppiminen tehostuu kun sanallinen osuus esitetty puhutussa, ei kirjoitetussa, muodossa.</li></ul>
Materiaalin hallinta	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oppijan mahdollisuus kontrolloida käyttämänsä materiaalia ei välttämättä tue oppimista.</li><li>• Jotta oppijan kontrollista olisi hyötyä, oppijalla tulee olla aiempaa tietoa aiheesta ja hänen tulee saada ohjausta materiaalin käytössä.</li></ul>
Oppija	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erilaiset oppijat tulisi huomioida esitystä suunnitellessa.</li><li>• Esimerkiksi noviisioppijat saattavat hyötyä erilaisista esityksistä kuin sellaiset, joilla on paljon tietoa opeteltavasta aiheesta.</li><li>• Esitykset, joista noviisiopiskelijat hyötyvät, saattavat heikentää eksperttien oppimista.</li></ul>

Tällä hetkellä tutkimusten löydökset osoittavat, että multimediaoppimateriaalien kuvien tulisi esittää vain kokonaisuuden kannalta tarpeelliset asiat eikä sisältää turhia yksityiskohtia. Lisäksi päällekkäistä informaatiota tulisi välttää kognitiivisen kuormituksen vähentämiseksi. Oppijoiden tausta kannattaa ottaa huomioon muun muassa siinä, minkä tyyppisiä kuvia valitsee, kuinka laajan materiaalin suunnittelee ja miten materiaalin jaksottaa. Ei-lineaarista materiaalia kannattaa välttää oppijoilla, joilla ei ole paljon aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta. Sen sijaan varsinkin noviisioppijoille kannattaa tarjota ennen varsinaiseen materiaaliin tutustumista tietoa keskeisistä käsitteistä ja niiden välisistä suhteista. Myös puhutun tekstin käyttöä multimediamateriaalissa on hyvä harkita. Butcherin (2014) mukaan tarvitaan kuitenkin lisää tutkimusta siitä, milloin ja miten abstrakteja ja konkreettisia kuvia tulisi käyttää multimediaoppimateriaaleissa. Olisi myös hyvä saada lisää tietoa siitä, miten esitysmuotoja vaihdellaan erilaisten oppijoiden välillä ja minkälaista tukea noviisioppijat tarvitsevat työskennellessään erilaisten multimediaesitysten parissa. (Butcher 2014, 183.)

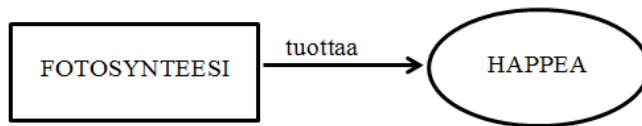


#### 4 KÄSITEKARTTA OPETUKSESSA

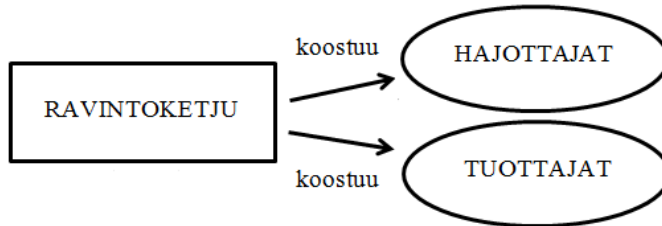
Käsitekartalla (*concept map*) tarkoitetaan sellaista esitystä, jossa jonkin aihepiirin keskeiset käsitteet on esitetty tekstimuodossa, useimmiten rajatuissa laatikoissa, ja käsitteitä yhdistävät viivat eli linkit demonstroivat niiden välisiä suhteita (Butcher 2014, 186). Käsitekarttoja käytetään tiedonhankinnassa sellaisinaan, tekstin prosessoinnin apuna tai esimerkiksi ideoiden järjestelyn tukena pari- tai ryhmätyöskentelyssä (O'Donnell, Danserau & Hall 2002, 74). Cañas, Coffey, Carnot, Feltovich, Hoffman, Feltovich ja Novak (2003) huomasivat tutkimuskatsauksessaan, että käsikarttoja hyödynnetään usein konstruktivistisissa oppimistilanteissa, luentojen tukimateriaalina sekä yhteistoiminnallisessa oppimisessa. Käsitekarttaa voidaan pitää multimediaesityksenä, sillä se yhdistelee tekstiä ja visuaalista ulottuvuutta (Gurlit & Renkl 2008, 409).

Käsitekartoista käytetään usein englanniksi nimitystä *concept map* tai *knowledge map*. Molemmat tarkoittavat periaatteessa samaa asiaa, mutta *knowledge map* -tyylisessä esityksessä käsitteiden välisiä suhteita kuvaavat linkit on otsikoitu ja niiden päässä on nuolet osoittamassa käsitteiden välisten yhteyksien suuntia (O'Donnell ym. 2002, 72). McCagg ja Dansereau (1991) esittävät kolme eri linkkityyppiä, joita voidaan käyttää *knowledge map* -käsitekartoissa: dynaamiset, staattiset ja kehittelevät (*elaborative*) linkit. Linkkityypit on esitelty kuviossa kaksi. Dynaamisilla linkeillä tarkoitetaan sellaisia viivoja, jotka osoittavat käsitteiden välisiä syys-seuraussuhteita (esimerkiksi fotosynteesi *tuottaa* happea) ja staattisilla sellaisia, jotka kertovat käsitteiden välisistä rakenteellisista suhteista (esimerkiksi ravintoketju *koostuu* hajottajista ja tuottajista). Kehittelevät linkit taas laajentavat tietoa pääkäsitteestä vaikkapa havainnollistavan esimerkin avulla (kuten kasvi *esim.* voikukka). (McCagg & Dansereau 1991, 319–320.)

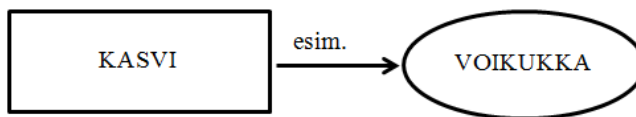
#### Dynaamiset linkit



#### Staattiset linkit



#### Kehittelevät linkit



KUVIO 2. *Knowledge map* -käsitekartan linkkityypit

Käsitekartta sisältää tekstioppimateriaaleja vähemmän sanoja ja sen avulla on helpompi tunnistaa ylä- ja alakäsitteitä (O'Donnel ym. 2002, 78). Suurin osa käsitekarttojen käyttöä koskevasta tutkimuksesta on käsitellyt asiantuntijoiden laatimien käsitekarttojen käyttöä oppimisen tukena. Oppimista valmiista käsitekartoista voidaan pitää passiivisena, mutta O'Donnellin ym. (2002, 75) mukaan niitä käyttämällä joutuu itse konstruoimaan käsitteiden välisiä suhteita. Käsitekarttoja voidaan käyttää oppimisen välineenä myös siten, että oppilaat tekevät niitä itse. Tällainen käsitekarttojen valmistaminen muistuttaakin parhaiten konstruktivistista näkemystä oppimisesta, jossa oppija konstruoi itse tietoa jo aiemmin oppimansa päälle.

#### 4.1 Käsitekarttojen hyödyt oppimisessa

Monet tutkimukset ovat osoittaneet käsitekarttojen hyödyllisyyden oppimisvälineenä. Moore ja Readence (1984, 14) osoittivat meta-analyysissään, että käsitekarttoja vastaavat graafiset esitykset (*graphic organizers*) oppimisen tukena paransivat oppimistuloksia. Myönteiset vaikutukset korostuivat kun niitä käytettiin oppimistilanteen lopussa tiivistämään käsiteltyä tietoa. O'Donnellin ym. (2002, 74) mukaan käsitekartat tukevat kognitiivista prosessointia, koska ne vähentävät oppijan kokemaa kuormitusta ja selkeyttävät monimutkaisten kokonaisuuksien sisäisiä suhteita. Lisäksi käsitekartat helpottavat keskeisten asioiden mieleen palauttamista tekstistä opiskeluun verrattuna (O'Donnell ym. 2002, 81). Schroeder, Nesbit, Anguiano ja Adesope (2017) tarkastelivat meta-analyysissään käsitekarttojen (*concept maps* ja *knowledge maps*) käytön vaikutusta yhdistämällä tuloksia 142 tutkimuksesta. Analyysissä huomattiin, että opiskelu käsitekarttojen avulla vaikutti parantavan oppimistuloksia. Siinä kävi myös ilmi, että käsitekarttojen tekeminen näytti hyödyttävän opiskelijoita enemmän kuin valmiista käsitekartoista opiskelu.

Käsitekarttojen hyödyllisyyttä on selitetty useilla eri syillä. Schroeder ym. (2017, 3) tiivistävät käsitekarttojen käytön etujen johtuvan joko mielekkään oppimisprosessin tukemisesta, ylimääräisen kognitiivisen kuormituksen vähentämisestä tai molemmista. Novakin ja Cañasin (2008, 3–7) mukaan mielekäs oppimisprosessi vaatii sen, että oppimateriaali on opeteltavan asian kannalta relevanttia ja että siinä käytetyt käsitteet ovat oppijan aiemman tiedon puitteissa ymmärrettäviä. Heidän mielestään käsitekarttojen käytön avulla voidaan tukea mielekästä oppimista, sillä niiden avulla oppija voi jäsentää ja koota tietoa, joka koostuu yksittäisistä toistensa kanssa vuorovaikuttavista käsitteistä.

Käsitekartta myös auttaa oppijaa tunnistamaan ja järjestämään tietoa suhteessa hänen aiempiin tietoihinsa. O'Donnell ym. (2002) uskovatkin käsitekarttojen selkeyttävän opeteltavaa informaatiota. Kun oppijan on helpompi tunnistaa oppimateriaalista pääkäsitteitä, hän pystyy helpommin omaksumaan alakäsitteitä ja lisäämään niitä jo hankittuihin tietoihinsa. Oppijan kokema kognitiivinen kuormitus saattaa myös vähentyä verrattuna esimerkiksi tekstien lukemiseen tai tuottamiseen, sillä käsitekartassa on selvästi yksinkertaisempi rakenne kuin lauseilla tavallisessa tekstissä (Schroeder ym. 2017, 3). Toisaalta Schroeder ym. (2017) muistuttavat, että tutkimusta

siitä, miten käsitekartat vähentävät kuormitusta tai tukevat kognitiivista työskentelyä, on vielä hyvin vähän.

Tekstien avulla opiskelun lisäksi käsitekartan käyttö vaikuttaisi olevan tehokkaampaa kuin esimerkiksi listojen tai yhteenvetojen käyttö oppimateriaalina (Nesbit & Adesope 2006). Nesbitin ja Adesopen (2006, 434) mukaan tämä on linjassa teorian kanssa, jonka mukaan käsitekarttojen käyttö vähentää ylimääräistä kognitiivista kuormitusta järjestämällä käsitteet kaksiulotteiseen tilaan käsitteiden välisten suhteiden havainnollistamiseksi. Heidän mukaansa tutkimustulokset todistavat, että käsitekartoilla on enemmän annettavaa kuin pelkillä informaatiota tiivistävillä esityksillä.

Opetusteknologian yleistyessä käsitekarttoja voidaan sekä luoda että tarkastella hypermedia-oppimisympäristöissä. Salmerón, Baccino, Cañas, Madrid ja Fajardo (2009) tarkastelivat tutkimuksessaan, miten käsitekarttaa vastaavat graafiset tiivistelmät (*graphical overviews*) vaikuttivat oppimistuloksiin silloin kun ne olivat osana hypertekstiä. Hypertekstillä tarkoitetaan tekstimateriaalia, jossa oppijat pystyvät säätämään opiskeluaan siirtymällä linkkien avulla osiosta toiseen. Tutkimuksesta kävi ilmi, että käsitekarttaa vastaavista esityksistä on enemmän hyötyä silloin kun ne esitetään ennen hypertekstiin tutustumista.

Käsitekartan käytön hyödyllisyyttä on selitetty sekä sen ainutlaatuisilla ominaisuuksilla että sen vastaavuudella muiden tietoa tiivistävien menetelmien kuten listojen kanssa. Yksi selitys käsitekartan eduille löytyy kaksoiskoodausteoriasta. Denisin ja Cocuden (1992) mukaan kaksoiskoodaukseen ei välttämättä tarvita varsinaisia kuvia, vaan kuvia voidaan myös kognitiivisesti muodostaa sanallisesta informaatiosta. Tästä syystä joissain tilanteissa pelkkä sanallinen informaatio voi olla yhtä tehokasta kuin kuvien ja sanojen yhdistäminen. Myös Schroeder ym. (2017) ajattelevat käsitekartan käytön mahdollistavan informaation kaksoiskoodauksen verbaalisiksi ja visuaalisiksi osiksi pitkäkestoiseen muistiin, mikä auttaisi oppijaa palauttamaan mieleen käsitekartassa ollutta tietoa.

## **4.2 Käsitekartat ja erilaiset oppijat**

On olemassa jonkin verran todisteita siitä, että erilaiset oppijat hyötyvät käsitekartan avulla opiskelemisesta eri tavoin. (Nesbit, Olusola & Adesope 2006, 417.) Joidenkin

tutkimusten mukaan heikommat oppilaat, varsinkin ne joilla on kielellisiä vaikeuksia, hyötyisivät käsitekartoista enemmän kuin ne, joilla ei ole ongelmia oppimisessa (esim. Holliday, Brunner & Donais 1977; Moyer, Sowder, Threadgill-Sowder & Moyer 1984). O'Donnellin ym. (2002) mukaan tämä saattaa johtua siitä, että oppijat joilla on kielellisiä vaikeuksia, voivat helpommin ymmärtää ja konstruoida käsitekarttoja kuin valmiita oppikirjatekstejä. Käsitekarttojen sisältämä teksti on oppikirjatekstejä säännöllisempää ja yksinkertaisempaa ja siten helpommin ymmärrettävissä. Nesbitin ja Adesopen (2006, 417) tekemässä meta-analyysissä löytyi useampi tutkimus, joissa huomattiin erityisesti kielellisiä vaikeuksia omaavien oppijoiden hyötyvän valmiiksi laadittujen käsitekarttojen käytöstä. Oppijat, jotka olivat kielellisesti lahjakkaita, hyötyvät valmiista käsitekartoista vain vähän tai eivät ollenkaan.

Oppijan aiemmat tiedot opeteltavasta aiheesta näyttäisivät myös vaikuttavan käsitekarttojen avulla oppimiseen. Esimerkiksi Lambiotte, Skaggs & Danserau (1993) huomasivat, että opiskelijat, jotka kokivat itsensä epävarmoiksi opeteltavan aiheen suhteen, hyötyvät enemmän käsitekartaopiskelusta kun taas ne opiskelijat, jotka olivat itsevarmoja tiedoistaan, oppivat paremmin tietoa tiivistävän listan avulla. Tämä saattaa johtua siitä, että kokeneemmalla oppijalla on jo valmiiksi muodostuneet mentaaliset mallit opiskeltavasta aiheesta, eivätkä he näin ollen hyödy valmiiksi rakennetuista malleista samalla tavalla kuin sellaiset oppijat, joilla ei aiempaa tietoa löydy (Lambiotte ym. 1993, 494). Myös Mayerin (1979, 372) assimilaatioteorian mukaan käsitekarttojen kaltaisista esityksistä (advance organizer) on hyötyä oppijalle silloin kun oppijalla ei ole aiempaa tietoa tai valmiita käsityksiä opeteltavasta aiheesta. Mallin mukaan käsitekartta toimii ankkuroivana rakenteena, jonka päälle uutta tietoa voi kasvattaa tai se voi aktivoida jo valmiita malleja, jotka sitten auttavat uuden informaation järjestelyssä. Paljon aiempaa tietoa omaavan oppijan valmiit mallit saattavat myös olla ristiriidassa käytetyn käsitekartan kanssa, jolloin niistä saattaa olla haittaa oppijalle.

## 5 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkielman tarkoituksena on selvittää, miten luokanopettajaopiskelijoiden ymmärrys opeteltavasta ilmiöstä kasvaa käyttämällä iPad-sovelluksen eri versioita. Erityisesti halutaan tarkastella kuvien ja käsitekartan käytön vaikutusta oppimiseen. Ymmärryksen kasvua ja siihen vaikuttavia tekijöitä käsitellään ensimmäisessä tutkimusongelmassa. Koska kuvat on ollut mahdollista jättää katsomatta, on eri versioiden vaikutuksia ja kuvien katsomista käsitelty erikseen eri alaongelmissa. Tutkielmassa on haluttu myös tarkastella, miten fakta- ja ongelmanratkaisutehtävissä menestyminen eroaa eri versioita käyttäneiden sekä kuvia katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä. Toisessa tutkimusongelmassa pyritään selvittämään tutkittavien kokemuksia iPad-sovelluksen avulla opiskelusta. Tarkoituksena on tarkastella, miten iPad-versio, kuvien katsominen ja opiskelijan aiemmat tiedot opiskeltavasta aiheesta vaikuttivat kokemuksiin sovelluksen avulla oppimisesta, sen toimivuudesta ja lisämateriaalista eli kuvista, käsitekartasta ja luettelosta.

*1. Miten iPad-sovelluksen avulla opiskeleminen lisäsi luokanopettajaopiskelijan ymmärrystä opeteltavasta ilmiöstä (yhteyttäminen, ravintoketju, energia)?*

*1.1 Miten iPad-sovelluksen eri versiot lisäsivät opiskelijan ymmärrystä opeteltavasta ilmiöstä?*

*1.2 Miten kuvien katsominen vaikutti ymmärryksen kasvuun?*

Useat tutkimukset (esim. Levie & Lenz 1982; Mayer 1989; Hegarty & Just 1993) ovat vahvistaneet näkemystä siitä, että mielekkäästi toisiinsa yhdistettyä tekstiä ja kuvia sisältävän oppimateriaalin avulla opitaan paremmin kuin sellaisen, jossa on sama informaatio pelkkänä tekstinä. Tämän perusteella voisi olettaa, että kuvallisia iPad-versioita käyttäneiden ymmärrys kasvaisi enemmän kuin niiden, joilla ei ole kuvia käytössään. Myös käsitekartoilla vaikuttaisi olevan myönteisen vaikutus oppimistuloksiin (esim. Moore ja Readence 1984; O'Donnell ym. 2002; Schroeder ym. 2017). Käsitekarttojen käytön tulisi selkeyttää monimutkaisten kokonaisuuksien sisäisiä suhteita ja helpottaa keskeisten käsitteiden mieleen palauttamista sekä ylipäättään vähentää oppijan kokemaa kognitiivista kuormitusta (O'Donnell ym. 2002, 81). Käsitekarttojen voisi olettaakin toimivan hierarkkista luetteloa paremmin oppimisen

tukena, sillä esimerkiksi Nesbitin ja Adesopen (2006) mukaan käsitekartalla opiskelu vaikuttaa olevan tehokkaampaa kuin esimerkiksi listojen tai yhteenvetojen käyttö tekstien ohella. Jos sekä käsitekartan käyttö ja kuvien katselu vaikuttaa myönteisesti oppimiseen, pitäisi sen ryhmän oppia parhaiten, jossa nämä ovat käytössä. Vastaavasti siltä ryhmältä, jolla on käytössään pelkkä hierarkkinen luettelo, voisi odottaa heikoimpia oppimistuloksia.

Sellaiset oppilaat, joilla on heikot esitiedot saattavat hyötyä kuvien katsomisesta enemmän kuin ne, joilla on jo paljon aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta (Mayer & Gallini 1990, 715). Heikoilla esitiedoilla varustettuja ei myöskään välttämättä häiritse päällekkäinen tieto samalla tavalla kuin sellaisia, jotka tietävät aiheesta etukäteen (Kalyuga ym. 2000; Kalyuga 2014). Näin ollen voisi olettaa alkumittauksesta heikommat pisteet saaneiden hyötyvän kuvien katsomisesta enemmän.

Kuvien katselu saattaa vaikuttaa myös eritavalla kykyyn pärjätä ongelmanratkaisu- ja faktatehtävissä. Yleisesti ottaen kuvien käyttö tekstin yhteydessä näyttäisi olevan vahvemmin yhteydessä ymmärryksen kasvuun ja ongelmanratkaisutaitoihin kuin oppimateriaalin mieleen palauttamiseen sellaisenaan (Mayer ym. 1995; Butcher 2014, 179–180; Mayer 2014, 6). Toisaalta myös kuvien laadulla saattaa olla merkitystä: Butcherin (2006, 182) tutkimuksessa yksityiskohtaisia kuvia sisältävät oppimateriaalit tukivat parhaiten laajojen mentaalisten mallien kehittymistä ja yksinkertaisemmat kuvat auttoivat paremmin faktatiedon hallinnassa. Tässä tutkielmassa käytetyt kuvat eivät ole kovin yksityiskohtaisia, joskaan eivät aivan yksinkertaisimpia viivapiirustuksiakaan, joten niiden vaikutusta faktojen muistamiseen ja ongelmanratkaisuun on haastavaa arvioida.

## *2. Miten luokanopettajaopiskelijat kokivat iPad-sovelluksen avulla opiskelemisen?*

### *2.1 Miten opiskelijat kokivat sovelluksen tukevan oppimista?*

### *2.2 Miten opiskelijat kokivat sovelluksen toimivuuden?*

### *2.3 Miten opiskelijat kokivat sovelluksen lisämateriaalin?*

Tablet-tietokoneiden käyttö ei sellaisenaan välttämättä lisää oppimista tai paranna oppimiskokemuksia (Kankaanranta ym. 2011; Kumpulainen & Lipponen 2010).

Myönteisiä oppimistuloksia on kuitenkin raportoitu enemmän sellaisista oppimisympäristöistä, joissa on käytetty erityisesti visuaalisia elementtejä sisältävää teknologiaa (Kumpulainen & Lipponen 2010, 8–11). Myös Levien ja Lenzin (1982) mukaan kuvien käyttö voi lisätä oppilaan iloa. Tämän perusteella voidaan olettaa, että kuvia katsovat kokevat sovelluksen avulla opiskelun myönteisemmin kuin ne, jotka eivät katso. Myös käyttöjärjestelmän tuttuus saattaa vaikuttaa kokemukseen sovelluksen käytöstä.



## **6 MENETELMÄT**

Tutkielmassa haluttiin tarkastella, miten iPad-sovelluksen versio ja kuvien katselu vaikuttivat luokanopettajaopiskelijoiden ymmärryksen kasvuun sekä miten opiskelijat kokivat iPad-sovelluksen avulla opiskelun. Aineisto, jota käytettiin, oli peräisin kvasikokeellisessa interventiotutkimuksessa kerätystä aineistosta. Interventiotutkimus toteutettiin osana Suomen akatemian rahoittamaa EAGER: Dynamic Digital Text: An Innovation in STEM Education -tutkimushanketta (SA 2015–2017, TY osahanke, joht. Mirjamaija Mikkilä-Erdmann). Hankkeen tavoitteena oli kehittää digitaalisia oppimateriaaleja STEM oppiaineisiin. STEM-lyhenne tulee sanoista science, technology, engineering, ja mathematics. Suomessa STEM-oppiaineita vastaavat lähinnä biologia, kemia, fysiikka ja matematiikka. Tutkimusstrategiana käytetty kvasikokeellinen tutkimus vastaa hyvin tutkielman tarpeeseen selvittää opiskelijan ymmärryksen kasvuun vaikuttavia tekijöitä. Kokeellisen tutkimuksen tavoin sen tarkoituksena on selvittää syy-seuraussuhteita eli tässä tapauksessa niitä tekijöitä, jotka ovat edistäneet opiskelijan oppimista. (Cohen, Manion & Morrison 2007, 272).

### **6.1 Tutkittavat**

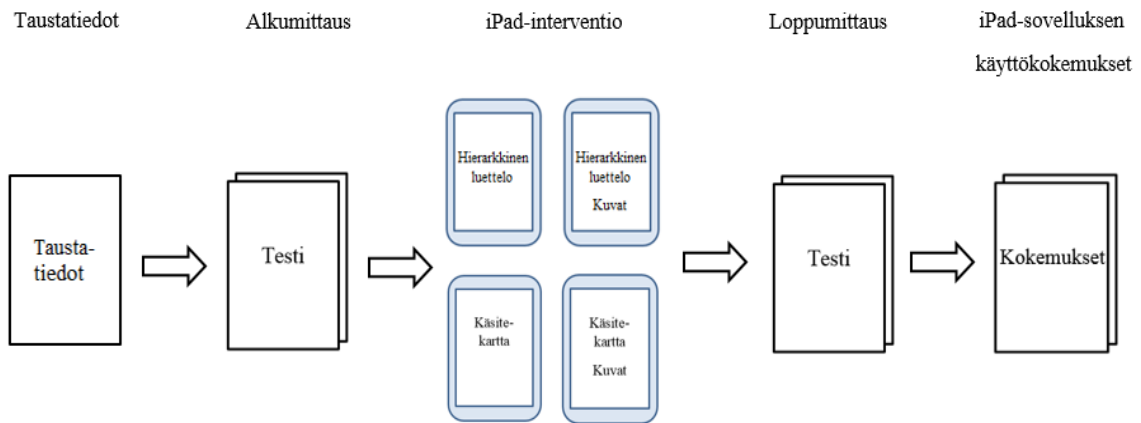
Tutkimuksen aineisto kerättiin keväällä 2015 Turun yliopiston toisen vuosikurssin luokanopettajaopiskelijoilta (N=92). Tutkittavista 68 oli naisia ja 16 miehiä. Kahdeksan tutkittavaa ei ilmoittanut sukupuoltaan. Kaikki tutkittavat seitsemää lukuun ottamatta olivat suorittaneet monialaisten opintojen biologian ensimmäisen kurssin.

Tutkittavista noin 39 prosenttia käytti pääsääntöisesti kosketusnäyttölaitetta, jossa oli iOS-käyttöjärjestelmä. Toiseksi yleisin käyttöjärjestelmä Android oli käytössä noin 34 prosentilla tutkittavista. Myös tutkimuksessa käytetyissä iPad-laitteissa on iOS-käyttöjärjestelmä.

## 6.2 Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kulku

Tässä tutkimuksessa aineisto kerättiin biologian monialaisen kurssin pienryhmätunnilla. Koska tutkimus oli kvasikokeellinen, aineistonkeruutilanteessa pyrittiin luomaan sellainen koeasetelma, jossa tutkijat pystyivät mahdollisimman hyvin kontrolloimaan ja manipuloimaan tutkimusolosuhteita sekä tekemään tarkkoja ja systemaattisia havaintoja. Kasvatustieteellisessä tutkimuksessa on kuitenkin mahdotonta saavuttaa sellaisia olosuhteita, joissa ulkopuoliset tekijät eivät pääsisi vaikuttamaan tutkimustilanteeseen. Kvasikokeellisessa tutkimuksessa onkin laboratorio-olosuhteita luonnollisempi tutkimusasetelma. (Cohen, Manion & Morrison 2007, 272–282.) Tämän tutkimuksen aineistonkeruutilanteessa tutkittavia ohjeistettiin mahdollisimman tarkasti lomakkeiden täyttämisen ja iPad-materiaalin käytön osalta ja ohjeet myös heijastettiin seinälle. Tutkittavia kannustettiin vastaamaan kaikkiin kysymyksiin, vaikka he eivät olisikaan täysin varmoja vastauksistaan.

Tutkimuksen kulku on esitelty kuviossa kolme. Tutkimuksen koeasetelma koostui keskenään samanlaisesta alku- ja loppumittauksesta sekä niiden välissä tapahtuneesta iPad-laitella toteutetusta opetusinterventiosta. Opetusintervention vaikutusta mitattiin laskemalla pisteiden kasvu alkumittauksesta loppumittaukseen. Aineistonkeruutilanne alkoi kuitenkin taustatietolomakkeen täyttämällä, johon kirjattiin sosiaaliturvatunnus, biologian monialaisten opintojen suorittaminen sekä muut mahdolliset biologian opinnot. Sosiaaliturvatunnuksen avulla tarkastettiin opiskelijan sukupuoli, opintomenestys sekä syntymävuosi.



KUVIO 3. Tutkimusasetelma

Alkumittauksen tavoitteena oli mitata luokanopettajaopiskelijoiden aiempaa tietoa tutkittavasta aiheesta. Opiskelijat vastasivat alku- ja loppumittauksessa vastauspapereille kuuteen avoimeen kysymykseen, joihin sai vastata omassa tahdissa. Alkumittauksen jälkeen opiskelijat aloittivat aihepiirin opiskelun iPad-laitteeseen ladatun sovelluksen avulla. Tutkittavia ohjeistettiin opiskelemaan materiaalista siten, että sen sisältö tulee ymmärretyksi. Heille kerrottiin, että linkkejä avaamalla voi katsoa lisämateriaalia aiheesta ja että iPadmateriaalista tullaan esittämään kysymyksiä.

iPad-sovelluksesta oli neljää erilaista versiota, jotka jaettiin tutkittavien käyttöön sattumanvaraisesti. Kaikissa neljässä versiossa oli sama yhteyttämistä ja eliöiden ravinnonhankintaa koskeva noin kahden liuskan pituinen teksti. Teksti oli tutkimusryhmän tätä tutkimusta varten laatima ja se oli luonteeltaan argumentoiva. Argumentoivalla tekstillä tarkoitetaan sellaista tekstiä, jonka tavoitteena on saada lukija tietoiseksi omien käsitysten ja tieteellisten käsitysten välisestä ristiriidasta (Mikkilä-Erdmann 2001, 245). Tällainen teksti esittelee lukijalle arkikäsitteisiin perustuvan teorian tai uskomuksen ja kumoaa sen paremmalla teorialla. Tarkoituksena on aikaansaada lukijassa käsitteellinen muutos, jossa lukija muuttaa virheelliset käsityksensä tieteellisten käsitysten mukaisiksi. (Hynd 2001, 700–701.)

Tekstin lukemiseen käytettävissä olevaa aikaa ei ollut rajattu ja se oli mahdollista lukea useita kertoja siirtymällä tekstissä edestakaisin. Tekstin joukossa oli linkkejä, joita klikkaamalla osalla opiskelijoista (n=40) avautui aihetta esittelevä käsitekartta ja osalla (n=51) hierarkkisesti rakennettu luettelo, jossa esiteltiin samoja käsitteitä kuin käsitekartassa, mutta luettelolomaisesti listattuna ylä- ja alakäsitteisiin. Käsitekartta muistutti tyyliltään O'Donnellin ym. (2002) määritelmää *knowledge map* -kartasta. Siinä oli esitetty keskeiset käsitteet laatikoissa ja käsitteiden välisiä suhteita kuvaavat viivat oli otsikoitu ja merkitty nuolilla kuvaamaan tapahtumien kulkusuuntaa. Esimerkiksi käsitteestä *fotosynteesi* lähti nuoli, joka oli otsikoitu: *tarvitsee*, käsitteeseen *hiilidioksidi*. Taulukossa kaksi on esitetty iPad-sovelluksen eri versiot ja niitä käyttäneiden opiskelijoiden määrät. Yhden opiskelijan tiedot jäivät tallentumatta ja siksi tieto hänen iPad-sovelluksen versiostaan puuttuu.

TAULUKKO 2. iPad-versioiden mukaan jaetut ryhmät

iPad-sovelluksen eri versiot	n	%
Hierarkkinen luettelo	16	17,58
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	38,46
Käsitekartta	20	21,98
Käsitekartta + kuvat	20	21,98
Yhteensä	91	100,00

Kahdessa iPad-versiossa (n=55) oli mahdollista katsoa tekstiä tukevia kuvia klikkaamalla *KATSO KUVA* -linkkiä. Kuvallisissa versioissa opiskelijalla oli mahdollisuus avata linkkien kautta kolme erilaista kuvaa. Kuvissa oli yhdistettynä valokuvia ja piirroksia. Taulukossa kolme on esitetty kuvien sisällöt.

### TAULUKKO 3. Linkkien kautta avautuvat kuvat

---

Kuva 1:	fotosynteesi
Kuva 2:	energia poistuu ravintoketjusta
Kuva 3:	aine kiertää ravintoketjussa

---

iPad-laitteella työskentelyä sai jatkaa haluamansa ajan. Työskentelyn aikana opiskelijat saivat myös tehdä muistiinpanoja suttupaperille. Muistiinpanot eivät olleet kuitenkaan opiskelijan käytettävissä iPad-työskentelyn päätyttyä. Laitteille tallentui tieto opiskeluun käytetystä ajasta, linkkien klikkausten määrästä sekä kuvien, käsitekartan ja sisällysluettelon katseluun käytetystä ajasta.

iPad-opiskelun jälkeen opiskelijat vastasivat loppumittauslomakkeeseen, jossa oli esitetty täsmälleen samat kuusi kysymystä kuin alkumittauslomakkeessakin. Loppumittauslomakkeen kysymyksiin oli mahdollista kirjoittaa *sama vastaus*, mikäli opiskelija ei halunnut muuttaa vastaustaan alkumittauslomakkeen vastauksesta. Lopuksi opiskelijoita pyydettiin vielä arvioimaan kokemuksiaan iPad-opiskelusta ja vastaamaan vielä muutamaa taustatietokysymykseen. Kokemuksia arvioitiin 7-portaisella Likert-asteikolla siten, että luku yksi tarkoitti *täysin eri mieltä* ja luku seitsemän *täysin samaa mieltä*. Taustatietokysymyksissä opiskelijan tuli arvioida aiempaa kokemustaan tablet-tietokoneen käytöstä 5-portaisella asteikolla, jossa yksi tarkoitti että opiskelija on käyttänyt aiemmin paljon tablet-tietokoneita ja viisi, että hänellä ei ole niistä lainkaan kokemusta. Opiskelijan tuli myös arvioida, miten usein hän käyttää kosketusnäyttölaitteita pitkien tekstien lukemiseen. Tässä yksi tarkoitti *päivittäin* ja viisi *ei lainkaan*. Lisäksi kysyttiin opiskelijan pääasiallisesti käyttämää kosketusnäyttölaitteen käyttöjärjestelmää.

### 6.3 Tutkimusaineiston käsittely

Aineiston keruun jälkeen alku- ja loppumittauksen kuusi tehtävää pisteytettiin taulukossa neljä esitetyllä tavalla. Täysin oikeasta vastauksesta sai taulukossa neljä

kuvatun maksimipistemäärään, puutteellisesta vastauksesta vain osan pisteistä ja vastauksessa esiintyneestä virhekäsityksestä vähennettiin kaksi pistettä. Virhekäsityksellä tarkoitetaan sellaista arkipäiväisiin havaintoihin perustuvaa käsitystä, joka on ristiriidassa tieteellisen tiedon kanssa. Esimerkiksi kasvien ravintotaloudesta saatetaan kuvitella, että kasvit saavat ravintonsa syömällä (Mikkilä-Erdmann 2001, 243).

TAULUKKO 4. Alku- ja loppumittauksen tehtävien pisteytys sekä tehtävien kuvaus

	Tehtävien kuvaus	Max pisteet
Tehtävä 1	Mitä on yhteyttäminen?	6
Tehtävä 2	Mikä on kasvin rooli ravintoketjussa? Miksi?	4
Tehtävä 3	Selitä termit a) omavarainen b) toisenvarainen.	4
Tehtävä 4	Miten energia päättyy a) salaattiin b) perunaan c) lihaan?	6
Tehtävä 5	Miten kukka, mato ja kontiainen saavat a) ravintonsa b) energiansa?	6
Tehtävä 6	Mitä haasteita kasvava lihansyönti aiheuttaa ravinnontuotannolle?	6
Yhteensä		32

### ***Generatiiviset ja faktakysymykset***

Pisteiden kasvua haluttiin tarkastella kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen pisteiden, faktatehtävien pisteiden ja generatiivisten tehtävien pisteiden kasvujen osalta. Faktatehtävillä tarkoitetaan sellaisia kysymyksiä, joihin on mahdollista vastata toistamalla ulkomuistista luettua tai kuultua tietoa. Esimerkiksi kysymykseen *Mitä on yhteyttäminen?* voi vastata, että kasvi valmistaa sokeria vedestä ja hiilidioksidista auringon valon avulla, mutta vastaus ei varmista sitä, onko vastaaja oikeasti ymmärtänyt ilmiön. Generatiivinen tehtävä on taas muotoiltu siten, ettei vastaaja todennäköisesti pysty luettelemaan vastausta ulkomuistista, vaan hän joutuu soveltamaan oppimiaan tietojaan. Tällaiseen kysymykseen ei voi vastata oikein ymmärtämättä opeteltavaa

ilmiötä. Generatiivisilla tehtävillä voidaankin faktatehtäviä helpommin paljastaa vastaajan mahdollisia virhekesityksiä. (Vosniadou 1994, 50.) Generatiivinen kysymys vastaa aika lailla ongelmanratkaisutehtävän määritelmää. Esimerkiksi Mayerin (2014, 6) mukaan ongelmanratkaisutehtävät on suunniteltu mittaamaan oppijan kykyä ymmärtää ja soveltaa opettelemaansa tietoa tai taitoa.

Tehtäviä yksi, kaksi ja kolme voidaan pitää faktatehtävinä ja tehtäviä neljä, viisi ja kuusi taas generatiivisina. Näistä ryhmistä yritettiin muodostaa summamuuttujat, mutta niiden sisäinen konsistenssi jäi liian alhaiseksi, minkä vuoksi päädyttiin tarkastelemaan yhtä fakta- ja yhtä generatiivista kysymystä. Faktakysymykseksi valittiin kysymys kolme ja generatiiviseksi kysymykseksi kysymys neljä ja ne on esitelty taulukossa viisi.

TAULUKKO 5. Tehtävätyyppien kuvaus

Tehtävätyypit	Tehtävän kuvaus	Enimmäispisteet
Faktakysymys	Mitä on yhteyttäminen?	6
Ongelmanratkaisutehtävä	Kun syöt lounaalla salaattia, perunaa ja lihaa, saa elimistösi käyttöön energiaa. Miten energia on päättynyt a) salaattiin, b) perunaan, c) lihaan?)	6

Kysymyksiin kolme ja neljä päädyttiin sillä perusteella, että normaalijakaumaoletukset täyttyivät näiden kysymysten kohdalla eri tarkasteluissa useammin kuin muiden. Tämä helpotti analyysien tekemistä ja teki niistä myös luotettavampia, sillä parametriset testit ovat voimakkaampia kuin epäparametriset (Nummenmaa 2011, 259). Lopuksi haluttiin vielä yhdenmukaistaa näiden tehtävien pisteytys, jotta niiden välisiä eroja olisi helpompi vertailla. Molempien tehtävien maksimipistemääräksi annettiin kuusi.

### *Taustamuuttujat*

Tutkielmassa haluttiin selvittää, miten eri iPad-sovelluksen versiot ja kuvien katsominen vaikuttivat siihen, että tutkittavan ymmärrys asiasta kasvoi siten, että hän pystyi soveltamaan oppimaansa. Tätä varten tarkasteltiin generatiivisten ja faktatehtävien pisteiden kasvua yhdessä näiden molempien muuttujien kanssa.

Alkumittauksen pisteet laskettiin yhteen ja niistä muodostettiin kolme tasoryhmää: heikot (n=31), keskitasoiset (n=30) ja parhaat (n=31). Ryhmät muodostettiin siten, että niistä tuli mahdollisimman tasakokoiset. Taulukossa kuusi näkyy alkumittauksesta saatujen pisteiden perusteella muodostetut tasoryhmät.

TAULUKKO 6. Alkumittauksen perusteella muodostetut tasoryhmät

Tasoryhmät	Pisteet	n	%
Heikot	0,0–11,0	31	33,7
Keskitasoiset	11,5–16,5	30	32,6
Parhaat	17,0–28,5	31	33,7

iPad-laitteelle tallentunut data siirrettiin numeeriseen muotoon ja tarkastelun kohteeksi otettiin kuvien katsomiseen käytetty aika. Kuvallisia iPad-versioita käyttäneet opiskelijat jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan katsoivatko he kuvia vai eivät.

Tutkittavien aiemmat kokemukset erilaisten kosketusnäytöllisten älylaitteiden käytöstä tai käyttämättömyydestä ovat voineet vaikuttaa siihen, miten interventio on koettu. Taulukossa seitsemän onkin esitetty eri käyttöjärjestelmää käyttävien opiskelijoiden kokemusten keskiarvoja.



TAULUKKO 7. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen toimivuudesta opiskelijan käyttämän käyttöjärjestelmän mukaan. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Käyttöjärjestelmä	n	%	Ka	Kh
iOS	36	39,13	5,97	0,99
Windows Phone	12	13,04	5,71	0,95
Ei juuri käytä kosketusnäytölaitteita	6	6,52	5,61	0,94
Android	32	34,78	5,30	0,24
Windows 8	2	2,17	5,07	0,16
Symbian	1	1,09	4,91	.
En tiedä	3	3,26	4,76	0,53
Yhteensä	92	100,00	5,61	1,09

### ***Sovelluksen käyttökokemukset***

iPad-sovelluksen käyttökokemuksia mittaavat väittämät pisteytettiin yhdestä seitsemään. Puuttuvat kohdat täydennettiin regressiokorvauksen avulla. Myös yksi käänteinen muuttuja käännettiin samansuuntaiseksi toisten muuttujien kanssa. Käyttökokemuksista muodostettiin kolme summamuuttujaa, jotta voitiin vähentää käsiteltävien väittämien määrää ja muokata aineistoa helpommin käsiteltävään muotoon (Tähtinen, Laakkonen & Broberg 2011, 48). Tehdyt summamuuttujat mittasivat opiskelijan kokemusta iPad-sovelluksen käytöstä, linkkien kautta avautuvasta lisämateriaalista sekä sovelluksen avulla oppimisesta ja ne muodostettiin sisällöllisin perustein.

Mittari sisälsi yhteensä 17 väittämää, joista 11 väittämää mittasi kokemuksia sovelluksen käytön miellyttävyydestä (esimerkiksi ”*Sovelluksen käyttäminen oli vaivatonta*”), seitsemän sovelluksen avulla oppimisesta (esimerkiksi ”*Sovellus auttoi oppimistani*”) ja kuusi linkkien kautta avautuneiden lisämateriaalien hyödyllisyydestä (esimerkiksi ”*Linkkien kautta avautunut lisämateriaali oli hyödyllistä*”). Samoja väittämiä esiintyi eri summamuuttujissa. Kaikkien summamuuttujien sisäinen konsistenssi oli hyvä: käytön miellyttävyydessä  $\alpha = .93$ , oppimisessa  $\alpha = .91$  ja lisämateriaalissa  $\alpha = .93$ .

### ***Käytetyt analyysimenetelmät***

Ensimmäinen pääongelma keskittyi siihen, miten opiskelijan ymmärrys kasvoi opetusintervention avulla. Koska normaalijakaumaoletus ei toteutunut, tätä mitattiin epäparametrisella Friedmanin testillä. Kun haluttiin selvittää, miten eri muuttujat vaikuttivat ymmärryksen kasvuun, käytettiin toistettujen mittausten varianssianalyysiä. Toistettujen mittausten varianssianalyysin avulla voidaan tarkastella samaa muuttujaa eri ajankohtina, eli tässä tapauksessa samojen koehenkilöiden alku ja loppumittauksen pisteitä, ja samalla selvittää jonkin ulkoisen tekijän vaikutusta pisteiden kasvuun (Tähtinen, Laakkonen & Broberg 2011, 116–117). Tässä tutkielmassa ulkoisia tekijöitä olivat iPad-versio, kuvien katsominen tai katsomatta jättäminen sekä alkumittauksesta saadut pisteet eli tasoryhmä. Toistettujen mittausten varianssianalyysiä voitiin kuitenkin käyttää vain niissä tapauksissa, jotka täyttivät normaalijakaumaoletukset, sillä se on parametrinen menetelmä, joka perustuu jakaumien keskiarvojen vertailuun (Nummenmaa 2011, 259). Normaalijakaumien toteutumista tarkasteltiin otoksen koosta riippuen Kolmogorv-Smirnovin ja Shapiro-Wilkin testien avulla (Nummenmaa 2011, 154). Tapauksia, joissa normaalijakaumaoletukset eivät täyttyneet, olivat iPad-version vaikutus faktatehtävän ja generatiivisen tehtävän pisteiden kasvuun sekä tasoryhmän vaikutus kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen pisteiden ja faktatehtävän pisteiden kasvuun. Näissä tapauksissa jokaisen tarkastellun ryhmän pisteiden kasvua tarkasteltiin erikseen epäparametrisella Friedmanin testillä, jonka jälkeen ryhmien eroja vielä vertailtiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska toistettujen mittausten varianssianalyysille ei ole epäparametrasta vastinetta. Tästä syystä myös näiden analyysien tulokset jäivät muita tulkinnanvaraisemmiksi.

Toisen pääongelman tarkoituksena oli tarkastella luokanopettajaopiskelijoiden kokemuksia iPad-sovelluksen käytöstä; sen toimivuudesta, linkkien kautta avautuvista lisämateriaaleista ja sovelluksen avulla oppimisesta. Opiskelijoiden kokemuksia vertailtiin eri iPad-sovelluksen versioiden, tasoryhmien sekä kuvia katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä. Vertailuun käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä, joka mittaa yhden riippumattoman muuttujan (esimerkiksi iPad-versio) vaikutusta riippuvaan muuttujaan, tässä tapauksessa opiskelijan kokemuksiin (Nummenmaa 2011, 184–185). Lisäksi käytettiin yksisuuntaisen varianssianalyysin epäparametrasta vastinetta, Kruskal-Wallis testia, niissä tapauksissa, joissa normaalijakaumaoletukset eivät täyttyneet (Nummenmaa 2011, 266). Normaalijakaumaoletukset eivät toteutuneet kun vertailtiin eri ryhmien välisiä kokemuksia iPad-sovelluksen toimivuudesta ja

lisämateriaalista sekä kuvan yksi katsoneiden ja katsomatta jättäneiden kokemuksia sovelluksen avulla oppimisesta.

#### 6.4 Tutkimusmenetelmän ja aineiston käsittelyn luotettavuus

Mittausmenetelmien luotettavuus on koko tutkimuksen luotettavuuden kannalta avainasemassa. Seuraavaksi tarkastellaankin tutkimuksessa käytetyn mittarin validiteettia eli mittauksen pätevyyttä sekä reliabiliteettia eli mittauksen toistettavuutta. (Metsämuuronen 2006, 64–65.) Koska kvasikokeellisessa tutkimuksessa voidaan vain osittain kontrolloida muuttujia, kiinnitetään erityistä huomiota seikkoihin, jotka voivat vaikuttaa tutkimuksen validiteettiin (Cohen ym. 2007, 282–283).

Tutkimusmenetelmän validiteettiin vaikuttavat muun muassa mittaustapahtumien välinen aika, käytetty mittari, itse mittaustapahtuma ja mahdolliset vinoumat. Tässä tutkielmassa menetelmän validiutta parantaa se, että käytetyt kysymykset sekä opetusintervention teksti, käsitekartta ja hierarkkinen luettelo oli ollut käytössä jo aiemmassa tutkimushankkeessa (*E-textbook as a tool for promoting conceptual learning in science – looking for novel design and empirical evidence*, SA 2012–2014, joht. Mirjamaija Mikkilä-Erdmann). Näin ollen mittarin voidaan ajatella mittaavan hyvin opiskelijan ymmärryksen kasvua interventiossa opeteltavasta ilmiöstä. (Metsämuuronen 2006, 55.) Uutta mittarissa oli kuvien katsomisen mahdollisuus, mitä onkin pyritty tässä tutkielmassa monipuolisesti tarkastelemaan.

Kvasikokeellisessa tutkimusasetelmassa on sisäisen validiteetin kannalta olennaista pohtia, onko jokin muu tekijä kuin opetusinterventio voinut saada aikaan muutoksen (Cook & Campbell 1979, 55). Tutkielmassa käytetty aineisto kerättiin yhdellä kerralla eli alkumittaus, opetusinterventio ja loppumittaus tapahtuivat peräjälkeen saman pienryhmätunnin aikana. Tämä poistaa kvasikokeelliselle tutkimukselle tyypillisen ongelman, jossa pitkällä aikavälillä tapahtuvissa mittauksissa historia eli mittauksien välissä tapahtuvat asiat vaikuttavat loppumittaukseen (Cook & Campbell 1979, 101). Myös alkumittaus voi vaikuttaa mittarin validiteettiin (Cook & Campbell 1979, 102). Opiskelija voi saada alkumittauksesta tietoa siitä, mitä hänen tulisi tutkimuksessa tietää ja tämä saattaa ohjata häntä opiskelemaan eri tavalla kuin jos hän opiskelisi aiheita esimerkiksi osana normaaleja opintojaan. Koska lisäksi tutkimukseen osallistuneet

henkilöt voivat vaikuttaa toisiinsa, pyrittiin jokaiselle järjestämään mahdollisimman hyvin omaa tilaa. Tutkittavia myös ohjeistettiin työskentelemään itsenäisesti.

Kvasikokeellista tutkimusta tehdessä on hyvä muistaa, ettei täysin varmoja syy-seurauspäätelmiä voida tehdä (Cook & Campbel 1979, 103). Aineiston analyysin reliaabeliutta pyrittiin varmistamaan valitsemalla sopivia analyysimenetelmiä pohjautuen aineiston normaalijakaumaan sekä kuvaamalla tehtyjä analyyskejä mahdollisimman tarkasti. Summamuuttujien kohdalla reliaabelius todettiin tarkastelemalla niiden sisäistä konsistenssia. Kun tarkasteltiin pisteiden kasvua eri ryhmien välillä sellaisissa tapauksissa, jossa normaalijakaumaoletukset eivät toteutuneet, tehtiin Friedmanin testin p-arvoihin vielä Bonferroni-korjaus, minkä avulla pyrittiin saamaan usean vertailun yhteiseksi raja-arvoksi 0.00125. Korjaus suoritettiin kertomalla tarkasteltujen vertailujen lukumäärällä yksittäisen testin havaitut merkitsevyystasot. (Nummenmaa 2011, 207.) Aineiston analyysin reliaabeliutta pyrittiin varmistamaan myös käymällä läpi koodattua aineistoa esimerkiksi tarkastelemalla frekvenssejä sekä minimi- ja maksimiarvoja. Tämän avulla yritettiin huomata silmiinpistäviä poikkeavuuksia koodatuissa arvoissa.

## **7 TULOKSET**

Seuraavassa osiossa käydään läpi saadut tulokset tutkimusongelmittain. Aluksi tarkastellaan ymmärryksen kasvun yhteyttä eri iPad-versioiden käyttöön, kuvien katsomiseen ja opiskelijan esitietoihin. Kaikkia näitä tarkastellaan myös erikseen ongelmanratkaisutehtävän ja faktatehtävän osalta. Lopuksi esitellään opiskelijoiden kokemuksia iPad-sovelluksen avulla oppimisesta, sovelluksen toimivuudesta sekä sen sisältämästä lisämateriaalista eli kuvista, käsitekartasta ja hierarkkisesta luettelosta.

### **7.1 Oppimistulokset iPad-sovelluksen eri versioita käyttäneiden välillä**

Tarkoituksena oli selvittää, miten luokanopettajaopiskelijoiden ymmärrys opeteltavasta ilmiöstä kasvaa intervention aikana eri iPad-sovellusten avulla. Lisäksi haluttiin tarkastella, miten eri iPad-versiot tukevat erilaisten tehtävätyyppien sisältöjen oppimista.

Luokanopettajaopiskelijoiden alku- ja loppumittauksen pisteistä laskettiin keskiarvot ja niiden muutosta mitattiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Analyysin avulla tarkasteltiin eri iPad-versioiden vaikutusta pisteiden kasvuun. Ensin verrattiin kaikkien kuuden tehtävän yhteispisteiden kasvua eri iPad-versioiden välillä. Taulukossa kahdeksan on esitetty eri iPad-versioita käyttäneiden opiskelijoiden kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen pisteiden keskiarvot alku- ja loppumittauksessa sekä pisteiden kasvu.

TAULUKKO 8. Kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen alku- ja loppumittauspisteiden keskiarvot sekä pisteiden kasvu iPad-version mukaisin ryhmin. Enimmäispisteet 32

iPad- sovelluksen versio	Alkumittaus			Loppumittaus		Pisteiden kasvu
	n	Ka	Kh	Ka	Kh	Ka
Hierarkkinen luettelo	16	13,97	6,83	21,38	4,40	7,41
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	14,57	4,78	20,39	5,59	5,82
Käsitekartta	20	15,20	7,60	21,20	3,72	6,00
Käsitekartta + kuvat	20	14,10	5,42	20,60	4,32	6,50
Yhteensä	91	14,50	5,92	20,79	4,70	6,29

Kaikkien opiskelijoiden pisteet nousivat, mutta eniten ne kasvoivat niillä, joiden iPad-versiossa oli hierarkkinen luettelo, muttei kuvia. Heikoimmin pisteet nousivat niillä, joiden versiossa oli hierarkkinen luettelo ja kuvat. Opiskelijan käyttämällä iPad-versiolla ei kuitenkaan ollut tilastollista merkitystä pisteiden kasvulle ( $F_{3,87} = 0,31, p > .05$ )

Taulukosta yhdeksän näkyy, että pisteet kasvoivat myös faktakysymyksen tuloksia tarkasteltaessa eniten opiskelijoilla, joilla oli käytössään hierarkkinen luettelo, mutta ei kuvia. Heikoimmin pisteet nousivat niillä, joiden versiossa oli käsitekartta, mutta ei kuvia. Tässäkään tapauksessa iPad-versiolla ei ollut tilastollista merkitystä pisteiden kasvulle ( $F_{3,87} = 2.40, p > .05$ ).

TAULUKKO 9. Faktakysymyksestä saadut alku- ja loppumittauspisteet iPad- version mukaisin ryhmin. Enimmäispisteet 6

iPad- versio	n	Alkumittaus		Loppumittaus		Pisteiden kasvu
		Ka	Kh	Ka	Kh	
Hierarkkinen luettelo	16	3,38	1,55	5,25	1,38	1,87
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	3,89	1,82	4,90	1,72	1,01
Käsitekartta	20	4,35	1,38	4,68	1,32	0,33
Käsitekartta + kuvat	20	4,13	1,52	5,05	1,52	0,92
Yhteensä	91	3,95	1,63	4,95	1,53	1,00

Ongelmanratkaisutehtävää tarkasteltaessa pisteet kasvoivat ryhmien välillä tasaisemmin. Jälleen pisteet kasvoivat eniten niillä opiskelijoilla, joiden versiossa oli hierarkkinen luettelo, mutta ei kuvia. Samoin kuin kaikkien kysymysten yhteenlaskettuja pisteitä tarkastellessa, ne nousivat vähiten niillä, joilla oli käytössään hierarkkinen luettelo ja kuvat. Ero ei tässäkään ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F_{3,87} = 0.32, p = 0,813$ ). Taulukossa kymmenen on esitetty ongelmanratkaisutehtävästä saatujen pisteiden kesiarvot ja keskihajonnat sekä pisteiden kasvu.

TAULUKKO 10. Ongelmanratkaisutehtävästä saadut alku- ja loppumittauspisteet iPad-version mukaisin ryhmin. Enimmäispisteet 6

iPad- versio	n	Alkumittaus		Loppumittaus		Pisteiden kasvu
		Ka	Kh	Ka	Kh	
Hierarkkinen luettelo	16	1,19	2,35	3,19	1,49	2,00
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	2,37	1,83	3,80	1,96	1,43
Käsitekartta	20	1,98	2,46	3,85	1,49	1,87
Käsitekartta + kuvat	20	2,33	2,32	4,18	1,97	1,85
Yhteensä	91	2,07	2,19	3,79	1,79	1,72

Vaikka pisteiden kasvujen erot eri iPad-versiota käyttäneiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, kasvoivat kuitenkin kaikkien tehtävien yhteenlasketut pisteet sekä fakta- ja ongelmanratkaisutehtävien pisteet eniten niillä, joilla oli käytössään hierarkkinen luettelo, muttei kuvia.

## 7.2 iPad-sovelluksen kuvien katsominen

Seuraavaksi esitellään, miten kuvien katsominen tai katsomatta jättäminen vaikutti kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen pisteiden kasvuun. Lisäksi tarkastellaan kuvan katsomisen vaikutusta fakta- ja ongelmanratkaisutehtävien pisteiden nousuun. Mahdollisuus katsoa aihepiiriin liittyviä kuvia oli ryhmillä kaksi ja neljä, joten tutkimusjoukko on tässä tarkastelussa pienempi (n=55). Kolmea kuvaa katsottiin taulukossa 11 esitetyllä tavalla.



TAULUKKO 11. Kuvien katsominen

Kuvat	n	Katsottiin	Ei katsottu
Kuva 1: fotosynteesi	55	30	25
Kuva 2: energia poistuu ravintoketjusta	55	29	26
Kuva 3: aine kiertää ravintoketjussa	55	38	17

Kuvien katsomisen vaikutusta oppimistuloksiin selvitettiin toistettujen mittausten varianssianalyysin avulla. Pisteet nousivat hieman enemmän niillä, jotka olivat katsoneet edes jotain kuvaa, kuin niillä, jotka eivät katsoneet kuvia lainkaan. Ero oli kuitenkin hyvin pieni, eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 0.06, p > .05$ ).

#### ***Kuvan 1 (fotosynteesi) katsominen***

Taulukossa 12 näkyy kuvaa yksi katsoneiden ja katsomatta jättäneiden alku- ja loppumittauksen pisteiden keskiarvot sekä pisteiden kasvu. Kuvaa yksi katsoneiden ja katsomatta jättäneiden pisteet kasvoivat suurin piirtein yhtä paljon, kun tarkastellaan kaikkien tehtävien yhteenlaskettuja pisteitä. Faktatehtävän kohdalla kuvaa katsoneiden pisteet nousivat enemmän kuin niiden, jotka eivät katsoneet kuvaa. Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 0.67, p > 0.05$ ). Ongelmanratkaisutehtävän kohdalla taas kuvan yksi katsomatta jättäneiden pisteet nousivat enemmän kuin niiden, jotka olivat katsoneet kuvaa. Tässäkään pisteiden välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 0.98, p > .05$ ).

TAULUKKO 12. Kuvan 1 (fotosynteesi) katsominen ja pisteiden kasvu. Enimmäispisteet kaikissa tehtävissä yhteensä 32, faktatehtävässä ja ongelmanratkaisutehtävässä 6

	n	Alku ka	Alku kh	Loppu ka	Loppu kh	Pisteiden kasvu
Kaikki tehtävät						
Kuvaa katsottu	30	13,93	4,75	20,00	5,55	6,07
Kuvaa ei katsottu	25	14,96	5,28	21,02	4,60	6,06
Yhteensä	55	14,40	4,98	20,46	5,12	6,06
Faktatehtävä						
Kuvaa katsottu	30	3,87	1,76	5,02	1,59	1,15
Kuvaa ei katsottu	25	4,10	1,67	4,88	1,73	0,78
Yhteensä	55	3,97	1,71	4,96	1,64	0,98
Ongelmanratkaisutehtävä						
Kuvaa katsottu	30	2,47	1,96	3,80	2,37	1,33
Kuvaa ei katsottu	25	2,22	2,07	4,10	1,32	1,88
Yhteensä	55	2,36	2,00	3,94	1,95	1,58

### ***Kuvan 2 (energia poistuu ravintoketjusta) katsominen***

Taulukossa 13 näkyy alku- ja loppumittauksen pisteet sekä pisteiden kasvu kuvaa kaksi katsoneiden ja katsomatta jättäneiden osalta. Kun tarkastellaan kaikkien tehtävien pisteiden keskiarvoja, kuvaa katsoneiden pisteet nousivat vähemmän kuin niiden, jotka eivät katsooneet kuvaa. Pisteiden erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ( $F_{1,53} = 0.94$ ,  $p > 0.05$ ). Faktatehtävän kohdalla pisteet kasvoivat kuvaa katsoneilla ja katsomatta jättäneillä varsin tasaisesti. Ongelmanratkaisutehtävässä pisteet kasvoivat jälleen

hieman enemmän niillä, jotka eivät katsoneet kuvaa. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 1.24, p > .05$ )

TAULUKKO 13. Kuvan 2 (energia poistuu ravintoketjusta) katsominen ja pisteiden kasvu. Enimmäispisteet kaikissa tehtävissä yhteensä 32, faktatehtävässä ja ongelmanratkaisutehtävässä 6

	n	Alku ka	Alku kh	Loppu ka	Loppu kh	Pisteiden kasvu
Kaikki tehtävät						
Kuvaa katsottu	29	14,97	5,22	20,35	5,84	5,38
Kuvaa ei katsottu	26	13,77	4,71	20,60	4,29	6,83
Yhteensä	55	14,40	4,98	20,46	5,12	6,06
Faktatehtävä						
Kuvaa katsottu	29	4,03	1,81	5,05	1,63	1,02
Kuvaa ei katsottu	26	3,90	1,62	4,85	1,68	0,94
Yhteensä	55	3,97	1,71	4,96	1,64	0,98
Ongelmanratkaisu-tehtävä						
Kuvaa katsottu	29	2,45	2,12	3,74	2,41	1,29
Kuvaa ei katsottu	26	2,25	1,89	4,15	1,27	1,90
Yhteensä	55	2,36	2,00	3,94	1,95	1,58

### ***Kuvan 3 (aine kiertää ravintoketjussa) katsomien***

Kuvan kolme katsoneiden ja katsomatta jättäneiden alku- ja loppumittauspisteet sekä pisteiden kasvu on esitetty taulukossa 14. Siinä näkyy, miten pisteet kasvoivat lähes yhtä paljon kuvaa kolme katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä, kun tarkastellaan

kaikkien tehtävien yhteispisteitä. Faktatehtävässä pisteet nousivat hieman enemmän niillä, jotka olivat katsoneet kuvaa kuin niillä, jotka olivat jättäneet katsomatta. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. ( $F_{1,53} = 0.67$ ,  $p > .05$ ). Ongelmanratkaisutehtävän kohdalla ero pisteiden välillä ei ollut suuri. Kuvaa katsoneiden pisteet nousivat hitusen enemmän, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. ( $F_{1,53} = 0.17$ ,  $p > .05$ ).

TAULUKKO 14. Kuvan 3 (Aine kiertää ravintoketjussa) katsominen ja pisteiden kasvu. Enimmäispisteet kaikissa tehtävissä yhteensä 32, faktatehtävässä ja ongelmanratkaisutehtävässä 6

	n	Alku ka	Alku kh	Loppu ka	Loppu kh	Pisteiden kasvu
Kaikki tehtävät						
Kuvaa katsottu	38	14,18	5,00	20,32	5,02	6,13
Kuvaa ei katsottu	17	14,88	5,06	20,79	5,49	5,91
Yhteensä	55	14,40	4,98	20,46	5,12	6,06
Faktatehtävä						
Kuvaa katsottu	38	3,96	1,74	5,07	1,51	1,11
Kuvaa ei katsottu	17	4,00	1,70	4,71	1,92	0,71
Yhteensä	55	3,97	1,71	4,96	1,64	0,98
Ongelmanratkaisu-tehtävä						
Kuvaa katsottu	38	2,22	1,99	3,88	2,14	1,66
Kuvaa ei katsottu	17	2,65	2,05	4,06	1,49	1,41
Yhteensä	55	2,36	2,00	3,94	1,95	1,58

Kuvien katsomisella tai katsomatta jättämisellä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä pisteiden nousuun missään tarkastelluissa tapauksissa. Kuitenkin kuvien katsomisen vaikutuksesta ongelmanratkaisu- ja faktatehtävän pisteiden nousuun voidaan huomata pieniä eroja. Fotosynteesiä koskevassa faktatehtävässä pisteet nousivat enemmän kuvaa yksi (fotosynteesi) ja kolme (aineen kierto) katsoneilla, kun taas kuvaa kaksi (energia) katsoneiden pisteet kasvoivat aika saman verran kuin katsomatta jättäneiden.

Ongelmanratkaisutehtävässä, jossa piti pohtia eliöiden saaman energian alkuperää, kuvan yksi ja kaksi katsoneiden pisteet nousivat vähemmän kuin katsomatta jättäneiden. Kuvan kolme kohdalla taas pisteet kasvoivat tasaisemmin. Kun tarkasteltiin kaikkien tehtävien yhteenlaskettujen pisteiden nousua kuvan yksi ja kolme katsoneiden ja katsomatta jättäneiden pisteet kasvoivat suurin piirtein yhtä paljon ja kuvan kaksi katsoneiden pisteet nousivat enemmän niillä, jotka eivät katsoneet kuvaa. Kuvan kaksi katsominen ei näyttänyt hyödyttävän fakta- tai ongelmanratkaisutehtävän ymmärtämistä.

### **7.3 iPad-sovelluksen käyttökokemukset**

Seuraavassa kappaleessa esitellään opiskelijoiden kokemuksia iPad-sovelluksen käytöstä. Ensin tarkastellaan kokemuksia sovelluksen avulla oppimisesta, sitten sovelluksen toimivuudesta ja lopuksi vielä siitä, miten sovelluksen tarjoama lisämateriaali on koettu. Opiskelijat arvioivat kokemustaan iPad-sovelluksen käytöstä ja sen lisämateriaaleja 17 eri väittämän avulla, joista 11 koski sovelluksen käyttöä, kuusi linkkien kautta avautuneita lisämateriaaleja ja seitsemän sovelluksen avulla oppimista. Väittämiin vastattiin 7-portaisella Likert-asteilla, josta kohta 1 merkitsi, että opiskelija on täysin eri mieltä ja kohta 7, että hän on täysin samaa mieltä. Kysymykset oli aseteltu siten, että, mitä suurempi vastattu luku oli, sitä myönteisemmin laitteen käyttö, lisämateriaalit ja oppiminen sen avulla koettiin. Taulukossa 15 on esitetty väittämistä muodostettujen kolmen summamuuttujan tunnuslukuja. Siitä näkyy, että sovelluksen käyttö koettiin hieman myönteisemmin kuin linkkien kautta avautuva lisämateriaali tai sovelluksen hyöty omalle oppimiselle.

TAULUKKO 15. Tunnuslukuja summamuuttujista oppiminen, lisämateriaali ja sovelluksen käyttö. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Summamuuttujat	N	Min	Max	Ka	Kh	Vinous	Huipukkuus
Oppiminen	92	1,43	7,00	4,86	1,18	-0,20	-0,04
Sovelluksen käyttö	92	1,82	7,00	5,61	1,09	-1,16	1,76
Lisämateriaali	92	1,83	7,00	4,76	1,22	0,12	-0,69

Myös tutkimuksessa käytetyissä iPad-laitteissa on iOS-käyttöjärjestelmä ja sitä pääsääntöisesti käyttävät opiskelijat kokivatkin sovelluksen toimivuuden myönteisimmin. Kielteisimmin sovelluksen toimivuuden kokivat ne, jotka eivät tienneet käyttämänsä kosketusnäyttölaitteen käyttöjärjestelmää. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä vain Android- ja iOS-käyttöjärjestelmiä käyttävien välillä ( $\chi^2(1) = 6,73, p < 0,01$ ).

### 7.3.1 Oppiminen iPad-sovelluksen avulla

iPad-sovelluksen avulla oppimisen kokemista vertailtiin yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla eri tasoryhmien, eri iPad-versioita käyttäneiden sekä kuvia katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä. Kolme tasoryhmää – heikot ( $n=19$ ), keskitasoiset ( $n=54$ ) ja parhaat ( $n=19$ ) – muodostettiin alkumittauksen tulosten perusteella. Taulukossa 16 on esitetty eri tasoryhmien pisteiden keskiarvoja, joista käy ilmi, että heikosti alkumittauksessa pärjänneet kokivat iPad-laitteella opiskelun tukevan paremmin oppimistaan kuin keskitasoiset tai parhaat. Ero oli tilastollisesti merkitsevä heikkojen ja parhaiden sekä heikkojen ja keskitasoisten välillä ( $F_{2,89} = 4.17, p < .05$ ).

TAULUKKO 16. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen avulla oppimisesta tasoryhmittäin. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Tasoryhmät	n	Ka	Kh
Heikot	31	5,53	1,13
Keskitasoiset	30	4,72	1,11
Parhaat	31	4,60	1,26
Yhteensä	92	4,86	1,18

Taulukossa 17 näkyy, miten eri iPad-versioita käyttäneiden opiskelijoiden välillä parhaiten oppimista tukevaksi iPad-työskentelyn kokivat ne opiskelijat, joiden versiossa oli hierarkkinen luettelo sekä lisämateriaalina kuvat. Kuvallisia versioita käyttäneet opiskelijat kokivat sovelluksen tukevan paremmin oppimistaan kuin ne, joilla ei ollut kuvia. Eri versioita käyttäneiden välillä ei kuitenkaan ollut suuria eroja, eivätkä ne olleet tilastollisesti merkitseviä ( $F_{3,87} = 1.07, p > .05$ ).

TAULUKKO 17. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen avulla oppimisesta iPad-version mukaisin ryhmin. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

iPad-versio	n	Ka	Kh
Hierarkkinen luettelo	16	4,56	0,87
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	5,12	1,22
Käsitekartta	20	4,69	1,27
Käsitekartta + kuvat	20	4,76	1,22
Yhteensä	91	4,85	1,18

Taulukossa 18 on esitetty kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen yhteyttä siihen, miten opiskelijat ovat kokeneet iPad-sovelluksen tukevan oppimistaan. Kaikkien kuvien katsominen näytti vaikuttavan myönteisesti opiskelijoiden kokemuksiin sovelluksen avulla oppimisesta. Kuvan yksi katsomatta jättäneiden keskiarvo oli vajaan pisteen

matalampi kuin kuvia katsoneiden ja ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 6.71, p < .05$ ). Myös kuvan kaksi kohdalla oli tilastollisesti merkitsevä vajaan pisteen suuruinen ero ( $F_{1,53} = 6.27, p < .05$ ). Kuvan kolme katsoneet taas kokivat reilun pisteen verran myönteisemmin sovelluksen avulla oppimisen kuin katsomatta jättäneet ja tässäkin tapauksessa ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 10.76, p < .05$ ).

TAULUKKO 18. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen avulla oppimisesta kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen mukaan ryhmiteltynä. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Kuvat		n	Ka	Kh
Kuva 1				
fotosynteesi	kuva ei katsottu	25	4,54	1,07
	kuva katsottu	30	5,36	1,24
Kuva 2				
energia & ravintoketju	kuva ei katsottu	26	4,57	1,19
	kuva katsottu	29	5,36	1,15
Kuva 3				
aine & ravintoketju	kuva ei katsottu	17	4,24	1,19
	kuva katsottu	38	5,32	1,09
Yhteensä		55	4,99	1,22

Luokanopettajaopiskelijat kokivat iPad-sovelluksen tukevan oppimista enemmän, mikäli he katsoivat linkeistä avautuvia kuvia ja heidän alkumittauksen pisteensä olivat heikot. Opiskelijan käyttämä iPad-sovelluksen versio ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi opiskelijoiden kokemuksiin, mutta ne opiskelijat, joilla oli kuvallinen versio, kokivat sovelluksen tukevan hieman paremmin oppimistaan kuin ne, joilla ei ollut kuvia.



### 7.3.2 iPad-sovelluksen käytön kokeminen

Opiskelijoiden kokemuksia iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta vertailtiin eri iPad-versioiden, tasoryhmien ja kuvia katsoneiden sekä katsomatta jättäneiden välillä. Vertailu toteutettiin yksisuuntaisen varianssianalyysin ja epäparametrisen Kruskal-Wallis testin avulla.

Taulukossa 19 näkyy, miten alkumittauksesta heikot pisteet saaneet opiskelijat kokivat sovelluksen käytön kaikkein myönteisimmin. Myös parhaiten alkumittauksessa pärjänneet kokivat sovelluksen myönteisemmin kuin pisteiltään keskitasoiset. Ero heikkojen ja keskitasoisten välillä oli tilastollisesti merkitsevä ( $F_{2,89} = 5.54, p < .01$ ).

TAULUKKO 19. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta tasoryhmittäin. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Tasoryhmät	n	Ka	Kh
Heikot	31	6,20	0,75
Keskitasoiset	30	5,32	1,20
Parhaat	31	5,82	0,76
Yhteensä	92	5,61	1,09

iPad-sovelluksen eri versioiden välillä ei ollut suuria eroja sen suhteen, miten opiskelijat olivat kokeneet sovelluksen toimivuuden. Taulukossa 20 on esitetty, miten opiskelijat, joiden versiossa oli hierarkkinen luettelo ja kuvat, näyttivät kokeneen sovelluksen toimivuuden hieman muita ryhmiä myönteisemmin. Kokemusten erot eri iPad-versioita käyttäneiden välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä ( $F_{3,87} = 1.35, p > .05$ ).

TAULUKKO 20. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta iPad-version mukaisin ryhmin. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

iPad-versio	n	Ka	Kh
Hierarkkinen luettelo	16	5,35	0,94
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	5,86	1,04
Käsitekartta	20	5,58	1,16
Käsitekartta + kuvat	20	5,33	1,18
Yhteensä	91	5,59	1,09

Kaikkien kolmen kuvan katsominen vaikutti myönteisesti opiskelijoiden kokemukseen sovelluksen toimivuudesta. Taulukossa 21 on esitetty kuvia katsoneiden ja katsomatta jättäneiden pisteiden keskiarvojen eroja. Kuvaa yksi katsoneet arvioivat sovelluksen toimivuuden reilun puoli pistettä paremmaksi kuin kuvan katsomatta jättäneet. Ero tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,53} = 1.46, p < .05$ ). Kuvaa kaksi katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä oli myös noin 0,70 pisteen merkitsevä ero ( $F_{1,53} = 6.78, p < .05$ ). Kuvan kolme katsomisen vaikutusta sovelluksen toimivuuden kokemiseen mitattiin epäparametrisella Kruskal-Wallis testillä, koska siinä eivät täyttyneet vaadittavat normaalijakaumaoletukset. Kuvaa kolme katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä oli noin pisteen suuruinen tilastollisesti merkitsevä ero ( $\chi^2(1) = 6,330, p < 0,05$ ).

TAULUKKO 21. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen käytön toimivuudesta kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen mukaan ryhmiteltynä. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Kuvat		n	Ka	Kh
Kuva 1 fotosynteesi	kuvaa ei katsottu	25	5,34	1,18
	kuva katsottu	30	5,94	0,98
Kuva 2 energia & ravintoketju	kuvaa ei katsottu	26	5,29	1,16
	kuva katsottu	29	6,00	0,97
Kuva 3 aine & ravintoketju	kuvaa ei katsottu	17	4,97	1,36
	kuva katsottu	38	5,98	0,82
Yhteensä		55	5,67	1,11

Alkumittauksessa heikot pisteet saaneet kokivat sovelluksen toimivuuden myönteisemmin kuin ne, jotka olivat menestyneet keskitasoisesti. Myös kuvien katsominen sekä saman käyttöjärjestelmän käyttäminen kuin tutkimuksessa vaikutti myönteisesti opiskelijoiden kokemuksiin toimivuudesta. Sen sijaan eri iPad-versiota käyttäneiden opiskelijoiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sovelluksen toimivuuden kokemisessa.

### 7.3.3 iPad-sovelluksen lisämateriaalin kokeminen

Opiskelijoiden kokemuksia iPad-sovelluksen lisämateriaalista vertailtiin eri versioiden, tasoryhmien ja kuvia katsoneiden sekä katsomatta jättäneiden välillä. Lisämateriaalilla tarkoitetaan linkkien kautta avautunutta materiaalia, joka sisälsi joko käsitekartan tai hierarkkisen luettelon sekä kahdessa versioissa näiden lisäksi kuvia. Taulukossa 22 on esitetty, miten alkumittauksen pisteiden mukaan muodostetuista tasoryhmistä myönteisemmin sovelluksen lisämateriaalin kokivat ne, jotka olivat saaneet heikoimmat pisteet ja että keskitasoisien ja parhaiten pärjänneiden kokemusten keskiarvot taas olivat

hyvin lähellä toisiaan. Keskiarvojen ero heikkojen ja parhaiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä. ( $F_{2,89} = 4.97, p < .05$ ).

TAULUKKO 22. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista tasoryhmien mukaisesti. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Tasoryhmät	n	Ka	Kh
Heikot	31	5,40	1,24
Keskitasoiset	30	4,62	1,14
Parhaat	31	4,52	1,27
Yhteensä	92	4,76	1,22

Taulukossa 23 näkyy, miten iPad-sovelluksen eri versioita käyttäneet opiskelijat kokivat sovelluksen lisämateriaalin. Myönteisimmin lisämateriaalin näyttivät kokeneen ne, joilla oli käytössään hierarkkinen luettelo sekä kuvia, mutta erot versioiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitsevä ( $F_{3,87} = 1.09, p > .05$ ).

TAULUKKO 23. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista iPad-version mukaisin ryhmin. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

iPad-versio	n	Ka	Kh
Hierarkkinen luettelo	16	4,37	1,00
Hierarkkinen luettelo + kuvat	35	4,98	1,31
Käsitekartta	20	4,57	1,27
Käsitekartta + kuvat	20	4,79	1,16
Yhteensä	91	4,74	1,22

Kun vertailtiin kuvallisia ja kuvattomia versioita käyttäneiden opiskelijoiden kokemuksia, huomattiin, että kuvallisia versioita käyttäneet opiskelijat kokivat lisämateriaalin hieman myönteisemmin kuin ne, joilla ei ollut kuvia käytössään. Tässäkään tapauksessa ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $F_{1,89} = 2.78, p > .05$ ). Kokemukset on esitetty taulukosta 24.

TAULUKKO 24. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista kuvallisen ja kuvattoman version mukaan. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

Versio	n	Ka	Kh
Kuvallinen versio	55	4,91	1,25
Kuvaton versio	36	4,48	1,14
Yhteensä	91	4,74	1,22

Kaikkia kolmea kuvaa katsoneet kokivat lisämateriaalin myönteisemmin kuin ne, jotka eivät katsoneet kuvia. Kuvan yksi katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä oli vajaan pisteen suuruinen tilastollisesti merkitsevä ero ( $F_{1,53} = 7.84, p < .01$ ). Kuvan kaksi kohdalla tilastollisesti merkitsevä ero oli 0,67 pistettä ( $F_{1,53} = 6.22, p < .05$ ) ja kuvan kolme kohdalla taas vajaan pisteen verran ( $F_{1,53} = 7.67, p < .01$ ). Taulukossa 25 näkyvät kuvia katsoneiden ja katsomatta jättäneiden antamat keskiarvot lisämateriaalin kokemisesta.

TAULUKKO 25. Opiskelijoiden kokemukset iPad-sovelluksen lisämateriaalista kuvien katsomisen tai katsomatta jättämisen mukaan ryhmiteltyinä. Mitä suurempi luku, sitä myönteisempi kokemus (luvut 0–7)

		n	Ka	Kh
Kuva 1				
fotosynteesi	kuvaa ei katsottu	25	4,43	1,00
	kuva katsottu	30	5,32	1,31
Kuva 2	kuvaa ei katsottu	26	4,56	1,10
energia & ravintoketju	kuva katsottu	29	5,23	1,31
Kuva 3	kuvaa ei katsottu	17	4,25	1,11
aine & ravintoketju	kuva katsottu	38	5,21	1,20
Yhteensä		55	4,91	1,25

Ne opiskelijat, joilla oli käytössään kuvallinen versio iPad-sovelluksesta, kokivat lisämateriaalin myönteisemmin kuin ne, joiden versiossa ei ollut kuvia. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Myös heikot pisteet alkumittauksesta sekä kuvien katsominen vaikutti myönteisesti opiskelijan kokemukseen iPad-sovelluksen lisämateriaalista.

#### 7.4 Yhteenveto tuloksista

Tarkasteltaessa, mitkä tekijät iPad-interventiossa vaikuttivat luokanopettajaopiskelijoiden oppimiseen, huomattiin että iPad-sovelluksen versiolla tai kuvien katsomisella ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta pisteiden kasvuun. Kuitenkin niiden, joiden versiossa oli hierarkkinen luettelo, muttei kuvia, pisteet kasvoivat eniten kun tarkasteltiin kaikkia tehtäviä, faktatehtävää ja ongelmanratkaisutehtävää. Myös kuvia yksi ja kolme katsoneiden pisteet nousivat faktatehtävän kohdalla enemmän kuin katsomatta jättäneiden. Kuvien katsominen taas näytti vaikuttavan kielteisesti ongelmanratkaisutehtävässä pärjäämiseen kuvan yksi

(*fotosynteesi*) ja kaksi (*energia poistuu ravintoketjusta*) kohdalla. Kuvan kaksi katsominen myös tuotti heikommat pisteet kuin katsomatta jättäminen kun tarkasteltiin kaikkien tehtävien yhteenlaskettuja pisteitä.

Vaikka kuvien katsomisella ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä pisteiden kasvuun, kuvia katsoneet opiskelijat arvioivat iPad-sovelluksen avulla oppimisen myönteisemmin kuin ne, jotka eivät katsoneet kuvia. Lisäksi kuvien katsominen kasvatti opiskelijan myönteistä kokemusta sovelluksen toimivuudesta ja lisämateriaalista. Myös alkumittauksesta heikot pisteet saaneet kokivat intervention kaikilta osin muita myönteisemmin. iPad-sovelluksen versiolla taas ei ollut vastaavaa vaikutusta opiskelijan kokemukseen sovelluksen toimivuudesta, sen avulla oppimisesta ja lisämateriaalista.

## 8 POHDINTA

Tutkielman yksi keskeisimmistä tavoitteista oli selvittää, miten eri iPad-sovelluksen versiot, kuvien katsominen ja käsitekartan käyttö, edistävät luokanopettajaopiskelijoiden oppimista. Lisäksi oltiin kiinnostuneita muun muassa siitä, miten opiskelijat kokivat iPad-intervention tukevan oppimistaan. Seuraavaksi käydäänkin läpi saatuja tuloksia aiemmin esitetyn teorian valossa ja pohditaan, miksi oppimistulokset eivät eronneet merkitsevästi eri ryhmillä oletetun kaltaisesti, vaikka kokemukset oppimisesta olivat ryhmien välillä erilaiset.

### 8.1 Oppimistuloksiin vaikuttaneet seikat

Opiskelijoiden ymmärryksen kasvu ei poikennut tilastollisesti merkitsevästi eri iPad-sovelluksen versioita käyttäneiden ja kuvia katsoneiden sekä katsomatta jättäneiden välillä. Useiden tutkimusten (esim. Levie & Lenz 1982; Mayer 1989; Hegarty & Just 1993) mukaan oppimateriaalin avulla opitaan paremmin, jos se sisältää mielekkäästi toisiinsa yhdistettyä tekstiä ja kuvia. Myös käsitekartan käytön olisi voinut olettaa parantavan oppimistuloksia (Moore ja Readence 1984; O'Donnellin ym. 2002; Nesbit & Adesopen 2006; Schroeder ym. 2017). Tässä tutkielmassa kuitenkin oppimistulokset paranivat eniten niillä, joilla oli käytössään ainoastaan hierarkkinen luettelo. Tämä saattaa johtua ainakin siitä, että tällä ryhmällä oli selvästi muita ryhmiä heikommat alkumittauspisteet. Ryhmien pisteet kasvoivat muutenkin sitä enemmän, mitä heikompi alkumittauspisteiden keskiarvo ryhmällä oli. Neljän eri version mukaan jaetut ryhmät olivat varsin erikokoiset, mikä saattoi myös olla syynä siihen, ettei tilastollisesti merkitseviä tuloksia syntynyt siitä huolimatta, että eniten ja vähiten pisteitään kasvattaneiden ryhmien välillä oli melkein puolentoista pisteen suuruinen ero.

Käsitekartan katsominen ei näyttänyt parantavan oppimistuloksia kun tarkasteltiin iPad-sovelluksen eri versioita käyttäneiden tuloksia. Kaikkien tehtävien ja ongelman ratkaisutehtävän pisteitä tarkastellessa käsitekartallisten versioiden käyttäjät kasvattivat pisteitään vähemmän kuin pelkän hierarkkisen luettelon ryhmä, mutta enemmän kuin hierarkkisen luettelon ja kuvien ryhmä. Koska iPad-sovelluksen versio ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä pisteiden kasvuun, ei tutkimuksessa käytetyn käsitekartan vaikutuksesta opiskelijan ymmärryksen kasvuun voi olla varma. Silti



voidaan pohtia mahdollisia syitä sille, miksei eroa käsitekarttaa käyttäneiden ja käyttämättä jättäneiden syntynyt. Ensinnäkään ei ollut mahdollista tarkastella, oliko käsitekarttaa oikeasti katsottu. Kuten kahdessa versiossa olleiden kuvien, myös käsitekartan ja hierarkkisen luettelon katsominen tapahtui linkkiä klikkaamalla. Koska kuvan yksi ja kaksi klikkasivat auki vain vähän yli puolet ja kuvan kolme vajaat kaksi kolmasosaa niistä, joiden versiossa oli kuvia, voidaan ajatella, ettei myöskään käsitekarttaa ja luetteloa ole välttämättä katsottu aina kun siihen on ollut mahdollisuus. Koska ei tiedetä, miten käsitekartan ja luettelon linkkejä on klikattu, on myös hankalaa tehdä päätelmiä siitä, miten ne ovat vaikuttaneet pisteiden kasvuun.

Käsitekartan käytön vaikutukset saattoivat jäädä vähäisiksi myös siitä syystä, että kielellisesti lahjakkaat eivät välttämättä hyödy juurikaan niiden käytöstä (Nesbit & Adesope 2006, 417) kun taas heikommat ja kielellistä vaikeuksista kärsivät oppijat saavat enemmän tukea käsitekarttojen käytöstä (Holliday ym.1977; Moyer ym. 1984). Korkeakouluopiskelijoiden voisi ajatella olevan kielellisesti taitavia, jolloin käsitekartan katsominen ei ole tuonut selkeää etua. On lisäksi näyttöä siitä, että käsitekartan käytöstä hyötyisivät parhaiten sellaiset oppijat, joilla on heikommat alkutiedot opeteltavasta aiheesta (Mayer 1979, 372; Lambiotte ym. 1993, 494) ja tietoa summaavista listoista hyötyisivät taas paremmin ne, joilla on hyvät pohjatiedot (O'Donnell ym. 2002, 79). Ryhmät, joilla on ollut käsitekartta käytössään, ovat saattaneet olla alkutietojensa suhteen heterogeenisiä, mikä myös olisi osaltaan heikentänyt käsitekartan vaikutuksen mitattavuutta. Näiden seikkojen lisäksi on mahdollista, että käsitekartan katsomisen ajoitus olisi vaikuttanut sen toimivuuteen. Tässä interventiossa käsitekarttaa pystyi katsomaan, milloin halusi linkkiä klikkaamalla ja linkit oli sijoiteltu tekstin joukkoon aina aiheeseen sopivaan kohtaan. Mooren ja Readencen (1984, 14) mukaan käsitekartan kaltaisen esityksen sijoittaminen oppimistilanteen loppuun parantaa oppimistuloksia enemmän kuin sen sijoittaminen muuhun kohtaan tekstiä. Toisaalta Salmerónin ym. (2009) mukaan juuri hyperteksteistä opiskellessa käsitekartta tulisi esittää ennen varsinaiseen tekstiosuuteen siirtymistä, jotta se tukisi parhaiten oppijan ymmärrystä opiskeltavasta aiheesta. Myös käsitekartan laatiminen itse olisi voinut toimia valmiista käsitekartasta opiskelua tehokkaammin (Schroeder ym. 2017).

Kuvia katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välille ei myöskään syntynyt tilastollisesti merkitseviä eroja pisteiden kasvussa. Yksi syy sille, miksei kuvien katsominen parantanut merkitsevästi oppimistuloksia voi olla se, ettei kuvia esitetty integroituina

tekstiin, vaan ne aukenivat erillisinä ikkunoina linkkejä klikkaamalla. Esimerkiksi Mayerin ja Andersonin (1991, 484) mukaan oppimistulokset eivät kasva yhtä hyvin silloin kun kuvat on esitetty vasta testin jälkeen. Myös muissa tutkimuksissa oli havaittu, että kuvien ja tekstin sijoittaminen toistensa lähelle paransi oppimistuloksia (Mayer 1989; Mayer 1995, Ayres & Sweller 2014). Toisaalta ponnahdusikkunoihin avautuvien kuvien vaikutus on joissain tutkimuksissa todettu yhtä tehokkaaksi kuin toisiinsa mielekkäästi integroidut kuvat ja teksti (Bétrancourt & Bisseret 1998; Erhel & Jamet 2006). Lisäksi tekstin ja kuvien päällekkäinen informaatio on saattanut vaikuttaa siten, ettei kuvista ole juurikaan hyödytty (Sweller & Chandler 2001; Ayres & Sweller 2014; Kalyuga & Sweller 2014). Kuitenkin kuvien ja tekstin sijoittaminen erilleen toisistaan, on mahdollistanut sen, että esimerkiksi kuvat on ollut helpompi jättää huomiotta ja siten välttyä ylimääräiseltä kognitiiviselta kuormitukselta (Kalyuga & Sweller 2014, 251–252).

Vaikka kuvien katsominen ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi pisteiden nousuun, oli kuvien ja tehtävätyyppien välillä huomattavissa kuitenkin joitain eroja, joihin saattaa löytyä selitys siitä, millaisia kuvat olivat. Esimerkiksi kuvaa yksi (*fotosynteesi*, LIITE 5) katsoneiden faktatehtävän pisteiden keskiarvo nousi enemmän kuin katsomatta jättäneiden. Tämä selittynee sillä, että tarkastellussa faktatehtävässä kysyttiin, mitä on yhteyttäminen. Kuvassa yksi oli esitetty yhteyttäminen tiiviissä muodossa, joten sen katsomisesta oli luonnollisesti hyötyä kyseisessä tehtävässä. Samaa kuvaa katsoneet saivat ongelmanratkaisutehtävästä taas huonommat pisteet kuin kuvan katsomatta jättäneet. Näin ollen näyttäisi, että fotosynteesiä esittävä kuva ei ainakaan auttanut soveltamaan tietoa yhteyttämisestä siihen, miten energia päättyy eri ruokiin. Tämä saattoi olla sattumaa, koska pisteiden erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta kyse saattoi myös olla siitä, että kuvatyyppejä ei tukenut tämänkaltaisia taitoja. Esimerkiksi Dwyerin (1970), Sloutskyn ym. (2005) ja Butcherin (2006) mukaan pelkistetyt kuvat, jotka eivät sisällä ylimääräisiä elementtejä lisäävät ymmärrystä parhaiten ja auttavat kehittämään laajoja mentaalisia malleja. Lisäksi Moreno ym. (2011) sekä Goldstone ja Son (2005) esittävät, että ymmärrys kasvaa parhaiten yhdistelemällä erilaisia kuvatyyppejä. Ongelmanratkaisutehtävässä pärjäämiseen olisikin saattanut paremmin auttaa joko aivan yksinkertainen abstrakti ja pelkistetty kuva, esimerkiksi kaavio, jossa olisi mainittu vain tarpeelliset tekijät eli auringon valo, vesi, hiilidioksidi, sokeri ja happi tai sitten sekä kaavio että monimutkaisempi piirroskuva, jossa olisi ollut mukana enemmän yksityiskohtia.

Kuvan kaksi (*energia poistuu ravintoketjusta*) kohdalla toistui sama ilmiö kaikkien kysymysten ja ongelmanratkaisutehtävän pisteiden keskiarvon kasvussa kuin kuvan yksi (*fotosynteesi*) ongelmanratkaisutehtävässä: kuvan katsomatta jättäneet pärjäsivät paremmin. Kaikkien tehtävien ja ongelmanratkaisutehtävän pisteiden kasvun keskiarvo oli korkeampi niillä, jotka eivät olleet katsoneet kuvaa. Syynä saattaa edelleen olla sattuma, mutta myös aiemmin mainitut syyt ovat voineet vaikuttaa eroihin. Erot ovat myös voineet johtua esimerkiksi siitä, minkälaiset esitiedot ryhmän opiskelijoilla on ollut. Butcherin (2006) mukaan oppijat, joilla on paljon aiempaa tietoa, hyötyvät samalla lailla yksinkertaisista ja yksityiskohtaisista kuvista, mutta heikommilla alkutiedoilla varustettujen opiskelijoiden tiedot kehittyvät parhaiten yksinkertaisten kuvien avulla. Ylipäättään kuvien katsomisesta saattaa olla hyötyä enemmän niille, joilla on heikot esitiedot opeteltavasta aiheesta (Mayer & Gallini 1990, 715).

Kuvaa kolme (*aine kiertää ravintoketjussa*) katsoneiden pisteiden keskiarvo nousi kuvan katsomatta jättäneitä enemmän silloin kun tarkasteltiin faktatehtävän pisteitä. Muuten pisteiden kasvu oli tätä kuvaa katsoneiden ja katsomatta jättäneiden välillä tasaista. Tämän voisi uskoa olevan sattumaa, sillä kuvassa ei käsitellä tarkastellun faktakysymyksen (*Mitä on yhteyttäminen?*) aiheetta. Toisaalta kuva kolme on ehkä kahta muuta kuvaa selkeämpi sekä ainakin kuvaa yksi (*fotosynteesi*) yksinkertaisempi, Butcherin (2006) mukaan juuri yksinkertaisemmat kuvat saattavat auttaa paremmin faktatiedon hallinnassa.

Mayerin ja Gallinin (1990) mukaan sellaiset kuvat, joihin oli nimetty opeteltavan laitteen osat ja toiminnot vaikutti myönteisemmin sekä ongelmanratkaisukykyihin että faktatiedon mieleen palauttamiseen. Kuvaan yksi (*fotosynteesi*) onkin nimetty kaikki keskeiset fotosynteesin osaset, kuten aurinko, vesi, hiilidioksidi, sokeri ja happi, mutta itse toiminnot (esimerkiksi kasvi *käyttää* hiilidioksidia ja vettä, *valmistaa* sokeria tai *poistaa* happea) puuttuvat. Kuvassa kaksi (*Energia poistuu ravintoketjusta*) on nimetty, miten paljon energiaa (J) jää jäljelle siirryttäessä ravintoketjussa eteenpäin, mutta toiminto (energiaa *poistuu*) on esitetty vain kuvallisena. Toisin se lukee isolla kuvan ylälaidassa, mutta ei kuitenkaan kohdassa, jossa se on esitetty. Kuva kolme (*Aine kiertää ravintoketjussa*) on esitetty hieman samalla tavalla kuin kuva kaksi; toiminto on kerrottu otsikossa kuvan ylälaidassa. Kuvassa kolme olisi voitu ehkä käyttää sellaisia toimintoja kuvaavia sanoja, kuten *yhteyttää*, *syödä* ja *hajottaa*. Lisäämällä kaikkiin

kuviin vastaavanlaisia ilmaisuja olisi ehkä voitu parantaa kuvien myönteisiä oppimisvaikutuksia. Mayerin ja Gallinin (1990, 715) mukaan erityisesti heikommalla esitiedot omaavat hyötyisivät tällaisesta kuvituksesta.

Opiskelijan taustatiedot ovat luultavasti vaikuttaneet siihen, miten kuvien avulla on opittu. Sen lisäksi, että erilaiset oppijat hyötyvät erityyppistä kuvista, myös esimerkiksi kuvissa ja tekstissä esiintyvä päällekkäinen tieto on saattanut häiritä niitä, jotka ovat jo tietäneet paljon aiheesta ja lähinnä noviisit ovat hyötynyt kuvista (Kalyuga ym. 2000; Kalyuga 2014). Interventiossa käytetyn oppimateriaalin toimivuutta olisi voitu ehkä parantaa jakamalla teksti sopivan pituisiksi kappaleiksi, joista jokainen olisi käsitellyt yhden pienen kokonaisuuden (Mayer & Chandler 2001; Mayer & Pilegard 2014; Boucheix & Schneider 2009). Seuraavaan kappaleeseen olisi päässyt esimerkiksi linkkiä klikkaamalla.

Tässä tutkielmassa myös hypermediaoppimisympäristön vaikutus oppimiselle jää arvailun varaan. Toisaalta multimediaa sisältävän iPad-intervention olisi voinut ajatella motivoivan ja sitouttavan opiskelijoita (Kumpulainen ja Lipponen 2010) esimerkiksi siksi, että se antoi mahdollisuuden kontrolloida luettavissa ja katsottavissa olevan informaation määrää (Schreiter & Gerjets 2007, 301). Toisaalta esimerkiksi kokemattomuus tablet-tietokoneiden käytössä on saattanut häiritä toisia opiskelijoita (Chou ym. 2012, 21). Vaikutus on voinut myös vaihdella riippuen oppilaan taidoista ja valmiuksista: hypermediaoppimisympäristön on todettu vaativan opiskelijalta perinteistä oppimisympäristöä enemmän kognitiivista kapasiteettia, metakognitiivisia taitoja ja aiempaa tietoa aiheesta sekä ohjausta, jonka avulla voidaan tukea oppijan itsesääätelyä ja materiaalin hallintaa (Schreiter 2014, 487).

## **8.2 Kokemuksiin vaikuttaneet seikat**

iPad-interventio koettiin pääasiassa varsin myönteisesti. Aiemmissa tutkimuksissa, joissa on vertailtu perinteisestä ja e-oppimateriaalista opiskelemista, on perinteistä oppimateriaalia yleensä pidetty parempana ((Yalman 2015; Brunet ym. 2011; Woody ym. 2010). Tässä tutkielmassa ei ollut vastaavaa vertailua, eikä tutkittavien täytynyt ottaa iPad-materiaali osaksi omaa opiskelua, vaan kyse oli lyhyestä interventioista. Tämä on saattanut vaikuttaa siihen, että materiaalista on ollut helpompi pitää.

Luokanopettajaopiskelijoiden kokemuksia iPad-interventiosta tarkasteltiin kolmen summamuuttujan avulla: kokemukset oppimisesta, sovelluksen toimivuudesta sekä lisämateriaalista. Kokemuksia vertailtiin tasoryhmien, eri iPad-sovelluksen versioita käyttäneiden ja kuvia katsoneiden sekä katsomatta jättäneiden välillä. iPad-sovelluksen versio ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi minkään summamuuttujan kokemiseen. Kuitenkin ne, joilla oli käytössään hierarkkinen luettelo ja kuvat, kokivat hieman myönteisemmin sekä oppimisen sovelluksen avulla, sovelluksen käytön että lisämateriaalin. Erot olivat kuitenkin varsin pieniä. Näyttääkin siltä, että sovelluksen versio ei ole vaikuttanut oppimistuloksiin tai kokemuksiin lainkaan. Tästä voisi ehkä päätellä, että eri versioita käyttäneet ryhmät olivat sisäisesti varsin heterogeenisiä tai kenties niin moni ryhmän jäsenistä jätti mahdollisuuden katsoa käsitekarttaa, luetteloa tai kuvia, että ryhmän vaikutuksesta ei voi tehdä johtopäätöksiä. Ainoa kohta, jossa löytyi hieman selkeämpiä eroja eri versioita käyttäneiden välillä, oli miten kuvallisia versioita käyttäneet kokivat lisämateriaalin myönteisemmin kuin ne, joiden versiossa ei ollut kuvia. Tämäkään ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

Eri tasoryhmien välillä myönteisimmin sovelluksen avulla oppimisen, sovelluksen toimivuuden ja lisämateriaalin kokivat heikot alkumittauspisteet saaneet opiskelijat. Myönteisempi kokemus sovelluksen oppimista tukevasta vaikutuksesta selittyy sillä, että heikot myös kasvattivat pisteitään enemmän kuin muut tasoryhmät. Sovelluksen toimivuuden kohdalla myönteisempi kokemus syntyi kenties samasta syystä; se, että sovelluksen avulla oikeasti opittiin uutta tietoa, saattoi lisätä kokemusta materiaalin hyödyllisyydestä ja sitä kautta saada koko sovelluksen tuntumaan toimivalta. Sellaiselle oppijalle, jolle interventiossa käsitellyt asiat olivat ennestään tuttuja, kokemus sovelluksen avulla oppimisesta on luonnollisesti jäänyt heikommaksi. Tällöin myös sovelluksen toimivuus on saattanut tuntua heikommalta, esimerkiksi siksi, että klikkaamalla linkkejä, oppija on saanut esille materiaalia, joka sisältää päällekkäistä tietoa tekstiosuuden kanssa. Päällekkäisyys on saattanut häiritä tällaisia oppijoita (Kalyuga ym. 2000; Kalyuga 2014) ja saanut aikaan sen, ettei sovellus ole tuntunut heistä yhtä toimivalta kuin heikommilla alkutiedoilla varustetuista, joita päällekkäisyys ei ehkä vastaavasti häiritse (Kalyuga ym. 2000; Kalyuga 2014).

Se, että heikot alkumittauspisteet saaneet kokivat lisämateriaalin eli kuvat, käsitekartan ja hierarkkisen luettelon myönteisemmin kuin muut, saattaa johtua esimerkiksi siitä, että kuvien käytöstä vaikuttaisi olevan enemmän hyötyä sellaisille, joilla ei ole paljon aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta. (Kalyuga ym. 2000; Kalyuga

2014; Mayer & Gallini 1990, 715). Myös se, että käsitekartan käytöstä hyötyvät eniten oppijat, joilla on heikommat alkutiedot (Mayer 1979, 372; Lambiotte ym. 1993, 494), on voinut vaikuttaa kokemuksiin.

Kuvien katsominen vaikutti kaikissa tarkastelluissa summamuuttujissa kokemuksiin myönteisesti. Vaikka oppimistulokset eivät nousseetkaan kuvia katsomalla, niiden silti koettiin vaikuttavan myönteisesti oppimiseen. Tämä saattaa johtua siitä, että oppimateriaaleissa käytetyt kuvat lisäävät oppilaan kokemaa iloa (Levie & Lenz 1982). Oppimisen lisäksi kuvien katsominen vaikutti myönteisesti kokemukseen sovelluksen toimivuudesta. Tämänkin taustalla voi olla kuvien katsomisesta johtuva iloa tuottava kokemus, joka on saanut opiskelijan kokemaan intervention kokonaisuudessaan kuvia katsomatta jättäneitä myönteisemmin. On myös mahdollista, että opiskelijat, jotka ovat klikanneet kuvia auki, ovat olleet motivoituneempia ja kiinnostuneempia materiaalista. Vastaavasti sellaiset, jotka ovat jättäneet kuvat katsomatta, ovat jo valmiiksi saattaneet olla esimerkiksi kiireisempiä, väsyneempiä tai muuten epämotivoituneempia, ja siten ovat myös kokeneet intervention kuvia katsoneita negatiivisemmin. Butcherin (2014, 174–175) mukaan myös oppijat usein identifioivat itsensä visuaalisiksi oppijoiksi ja uskovat oppivansa parhaiten oppimateriaaleista, jotka sisältävät kuvallisia elementtejä, vaikka todisteita siitä, että itse määritellyn oppimistyylin mukaiset materiaalit parantaisivat oppimistuloksia, ei juuri ole.

Kaiken kaikkiaan kuvien suunnittelu sellaisiksi, että ne parantaisivat oppimistuloksia, vaikuttaisi olevan haastavaa ja siinä pitäisi huomioida todella monta asiaa. Heterogeeniselle ryhmälle, jossa kaikilla on erilaiset taustatiedot opeteltavasta aiheesta ja mahdollisesti myös erilaiset taidot, valmiudet ja oppimisen haasteet, saattaa olla jopa mahdotonta valmistaa sellaista multimediaoppimateriaalia, josta kaikki hyötyisivät. Tässä tutkielmassa kuvien katsominen ei parantanut opiskelijoiden oppimistuloksia, mutta voitaisiin silti ajatella kuvien katsomisella aikaansaadun myönteisemmän kokemuksen olleen opiskelijalle hyödyllinen. Myönteinen kokemus saattoi kasvattaa tutkittavien oppimismotivaatiota ja vaikuttaa myös siihen, minkälainen mielikuva opeteltavasta aiheesta jäi. Vaikka multimediaoppimateriaalia ei osaisikaan suunnitella täysin oikeanlaiseksi, se voi silti tuoda lisäarvoa oppimistilanteeseen, sillä myönteinen oppimiskokemus on itsessään arvokas.

### 8.3 Tutkielman luotettavuus

Tutkimusmenetelmän pätevyyttä eli validiteettia pohdittiin jo menetelmät -osuudessa. Siinä todettiin muun muassa, että mittarin aiempi käyttö, koko aineiston keruu yhdellä kerralla ja tutkimustilanteen järjestelyt paransivat menetelmän validiteettia (Metsämuuronen 2006, 55; Cook & Campbell 1979, 101–102). Koska tutkittavien oppimista koskevat tulokset eivät kuitenkaan oikein vastanneet vallalla olevia käsityksiä siitä, millainen multimediaoppimateriaali tukee parhaiten oppimista, voidaan olettaa, että tutkimusmenetelmä ei ollut täysin validi (Metsämuuronen 2006, 118–119). Tämä saattaa johtua muun muassa siitä, että tutkittavien ryhmät eivät olleet kaikissa tarkasteluissa kovin tasaisia esimerkiksi alkutietojen suhteen. Myös suuremmat ryhmien koot olisivat saattaneet lisätä validiutta. Toisaalta kun tarkastellaan tuloksia opiskelijoiden kokemusten osalta, voidaan menetelmää pitää validina, sillä tilastollisesti merkitsevät tulokset tutkittavien kokemuksista vastasivat yleistä käsitystä siitä, minkälainen oppimateriaali koetaan myönteisesti.

Myös aineiston mahdolliset vinoumat vaikuttavat tutkimuksen validiteettiin (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 180). Tässä tutkielmassa tutkittiin luokanopettajaopiskelijoiden ymmärryksen kasvua yhteyttämisestä ja eliöiden ravintotaloudesta ja tutkittavien aiemmat tiedot opeteltavasta aiheesta pyrittiin ottamaan huomioon kartoittamalla aiempia biologian opintoja. Lähes kaikilla tutkittavilla oli käytyä sama luokanopettajankoulutukseen kuuluva monialaisten opintojen biologian ensimmäinen kurssi, eikä kukaan ollut toista kurssia käytyä. Tutkielmassa jäi kuitenkin selvittämättä tutkittavien mahdolliset muut biologian opinnot ja harrastuneisuus, mikä olisi saattanut aiheuttaa vinoumia aineistoon. Toisaalta alkumittaus kertoi hyvin tutkittavien ennakkotiedoista ja oppimista tutkittiin myös alkumittauksen pohjalta jaettujen tasoryhmien perusteella.

Vinous suhteessa perusjoukkoon vaikuttaa tulosten yleistettävyyteen (Hirsjärvi, ym. 2010, 180). Tässä tapauksessa voidaan ajatella, ettei otanta välttämättä ole kovin vinoutunut, sillä se on ollut suhteellisen suuri ja kattanut lähes kokonaisen vuosikurssin. Toisaalta tulosten yleistettävyyttä voidaan sikäli pitää kyseenalaisena, että kosketusnäyttölliset laitteet ovat kehittyneet ja yleistyneet entisestään aineiston keruun jälkeen, mikä vaikuttaa esimerkiksi siihen, miten luontevasti laitteita käytetään oppimistarkoituksessa.

Tutkimuksen luetettavuuttakin käsiteltiin jo jonkin verran menetelmät -osiossa. Luotettavuutta pyrittiin parantamaan muun muassa tarkastelemalla aineistosta frekvenssejä sekä minimi- ja maksimiarvoja, tekemällä analyyskejä useampaan otteeseen ja raportoimalla tulokset mahdollisimman tarkasti.

#### **8.4 Jatkotutkimusehdotuksia**

Tässä tutkielmassa jäi avoimeksi, miten kuvien katsominen ja käsitekartan käyttö vaikuttivat luokanopettajaopiskelijoiden oppimiseen. Koska opetusryhmät ovat varsinkin perusopetuksessa nykyään varsin heterogeenisiä, olisi kiinnostavaa selvittää, miten erilaiset kuvat tukevat erilaisten oppijoiden oppimista. Tämän voisi toteuttaa vastaavanlaisena interventiotutkimuksena siten, että alkumittaustulosten perusteella tutkittavat jaettaisiin tasoryhmiin, jotka sitten opetusintervention aikana saisivat käyttöönsä erilaiset multimediaoppimateriaalit. Materiaali voisi esimerkiksi sisältää enemmän päällekkäistä informaatiota niille, joilla on heikommat alkutiedot (ks. Kalyuga ym. 2000; Kalyuga 2014). Lisäksi kuvatyypit voisivat olla eri tasoryhmillä erilaiset: sellaisille, joilla on vain vähän aiempaa tietoa opeteltavasta aiheesta, voisi suunnitella yksinkertaiset ja eksperttioppijoille realistisemmat ja enemmän yksityiskohtia sisältävät kuvat (ks. Mayer 2001; Butcher 2006). Voisi myös olla kiinnostavaa yhdistellä erilaisia kuvatyyppejä keskenään (ks. Moreno ym. 2011) tai testata kuvasarjan (ks. Goldstone & Son 2005) vaikutusta. Näin voisi vertailla eriytettyjen kuvien ja kuvista yhdistetyn materiaalin vaikutusta erilaisten oppijoiden oppimiseen.

Tässä tutkimuksessa käytettyä aineistoa voisi myös tarkastella lisää. Olisi esimerkiksi mielenkiintoista selvittää, oliko kuvien katselusta, käsitekartan tai hierarkkisen luettelon katsomisesta hyötyä virhekasityksien purkamisessa. Lisäksi voisi vertailla eri kuvien katselun vaikutuksia eri tasoryhmien oppimiseen. Jos haluttaisiin tarkempaa tietoa eri sovellusten vaikutuksista oppimistuloksiin, tulisi myös tarkastella sitä, miten käsitekarttaa ja luetteloa on katsottu.

Erilaisille oppijoille sopivan multimediaoppimateriaalin ja hypermedian yhdistämistä olisi tärkeää tutkia laajasti, koska multimediaa sisältävien hypermediaoppimisympäristöjen käyttöä on lisätty opetuksessa runsaasti lähivuosien



aikana. Myös puhutun tekstin (ks. Mousavi ym. 1995; Jeung ym. 1997; Kalyuga ym. 1999; Schöler ym. 2013; Mayer & Pilegard 2014), videoiden ja itse tuotettujen materiaalien, kuten käsitekarttojen (ks. Schroeder ym. 2017), vaikutuksia olisi hyvä selvittää.

## LÄHTEET

- Ayres, P. & Sweller, J. 2014. The Split-Attention Principle in Multimedia Learning. Teoksessa R. Mayer (toim.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University, 206-266.
- Bétrancourt, M. & Bisseret, A. 1998. Integrating Textual and Pictorial Information via Pop-Up Windows: An Experimental Study. *Behaviour & Information Technology* 17 (5), 263–273.
- Bobis, J., Sweller, J. & Cooper, M. 1993. Cognitive Load Effects in a Primary School Geometry Task. *Learning and Instruction* 3 (1), 1–21.
- Boucheix, J. & Schneider, E. 2009. Static and Animated Presentations in Learning Dynamic Mechanical Systems. *Learning and Instruction* 19 (2), 112–127.
- Brunet, D., Bates, M., Gallo, J. & Strother, E. 2011. Incoming dental students' expectations and acceptance of an electronic textbook program. *Journal of Dental Education* 75 (5), 646–652.
- Butcher, K. R. 2006. Learning From Text with Diagrams: Promoting Mental Model Development and Inference Generation. *Journal of Educational Psychology* 98 (1), 182–197.
- Butcher, K. 2014. The Multimedia Principle. Teoksessa R. Mayer (toim.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University, 174–205.
- Cañas, A., Coffey, J., Carnot, M. J., Feltovich, P., Hoffman, R., Feltovich, J. & Novak, J. 2003. A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support. Report to The Chief of Naval Education and Training. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Chou, C. C., Block, L. & Jesness, R. 2012. A Case Study of Mobile Learning Pilot Project in K-12 Schools. *Journal of Educational Technology Development and Exchange* 5 (2), 11–26.
- Churchill, D., Fox, B. & King, M. 2012. Study of Affordances of iPads and Teachers' Private Theories. *International Journal of Information and Education Technology* 2 (3), 251–254.
- Churchill, D. & Wang, T. 2014. Teacher's Use of iPads in Higher Education. *Educational Media International* 51 (3), 214–225.

- Clark, J. & Paivio, A. 1991. Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychology Review* 3 (3), 149–210.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education*. 6. painos. New York: Routledge.
- Cook, T. & Campbell, D. 1979. *Quasi-Experimentation. Design & Analysis Issues for Field Settings*. Chicago: Rand McNally College Publishing Company.
- Cuevas, H., Fiore, S. & Oser, R. 2002. Scaffolding Cognitive and Metacognitive Processes in Low Verbal Ability Learners: Use of Diagrams in Computerbased Training Environments. *Instructional Science* 30 (6), 433–464.
- Denis, M. & Cocude, M. 1992. Structural Properties of Images Constructed from Poorly or Well-Structured Verbal Descriptions. *Memory & Cognition* 20 (5), 497–506.
- Eitel, A., Scheiter, K. & Schöler, A. 2013. How Inspecting a Picture Affects Processing of Text in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology* 27 (4), 451–461.
- Embong, A., Noor, A., Hashim, H., Ali, R. & Shaari, Z. 2012. E-Books as textbooks in the classroom. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 47 (1), 1802–1809.
- Erhel, S. & Jamet, E. 2006. Using Pop-Up Windows to Improve Multimedia Learning. *Journal of Computer Assisted Learning* 22 (2), 137–147.
- Etherington, D. 2013. Apple Has Sold Over 8M iPads Direct To Education Worldwide, With More Than 1B iTunes U Downloads. Viitattu 30.5.2017.  
<https://techcrunch.com/2013/02/28/apple-has-sold-over-8m-ipads-direct-to-education-worldwide-with-more-than-1b-itunes-u-downloads/>
- Goldstone, R., & Son, J. 2005. The Transfer of Scientific Principles Using Concrete and Idealized Simulations. *Journal of the Learning Sciences* 14 (1), 69–110.
- Gueval, J., Tarnow, K. & Kumm, S. 2015. Implementing e-books: Faculty and student experiences. *Teaching and Learning in Nursing* 10 (4), 181–185.
- Gurlitt, J. & Renkl, A. 2008. Are High-Coherent Concept Maps Better for Prior Knowledge Activation? Differential Effects of Concept Mapping Tasks on High School vs. University Students. *Journal of Computer Assisted Learning* 24 (5), 407–419.
- Hegarty, M., & Just, M. 1993. Constructing Mental Models of Machines from Text and Diagrams. *Journal of Memory and Language* 32 (6), 717–742.
- Hjelt, Y. 2016. Kaarina ryhtyy ratkomaan taulutietokoneiden ongelmia kouluopetuksessa. *Ylen verkkouutiset* 28.10.2016. Viitattu 1.6.2017.  
<http://yle.fi/uutiset/3-9257223>

- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Helsinki: Tammi
- Holliday, W., Brunner, L. & Donais, E. 1977. Differential Cognitive and Affective Responses to Flow Diagrams in Science. *Journal of Research in Science Teaching* 14 (2), 129–138.
- Hynd, C. 2001. Refutational Texts and the Change Process. *International Journal of Educational Research* 35 (7–8), 699–714.
- Jeung, H., Chandler, P. & Sweller, J. 1997. The Role of Visual Indicators in Dual Sensory Mode Instruction. *Educational Psychology* 17 (3), 329–343.
- Kalyuga, S. 2014. The Expertise Reversal Principle in Multimedia Learning. Teoksessa R. Mayer (toim.) *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University, 576–597.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. 1999. Managing Split-Attention and Redundancy in Multimedia Instruction. *Applied Cognitive Psychology* 13 (4), 351–371.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. 2000. Incorporating Learner Experience into the Design of Multimedia Instruction. *Journal of Educational Psychology* 92 (1), 126–136.
- Kalyuga, S. & Sweller, J. 2014. The Redundancy Principle in Multimedia Learning. Teoksessa R. Mayer (toim.) *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University, 174–205.
- Kankaanranta, M., Vahtivuori-Hänninen, S. & Koskinen, J. 2011. Opetusteknologia koulun arjessa – ensituloksia. Teoksessa M. Kankaanranta (toim.) *Opetusteknologia koulun arjessa*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 7–13.
- Kintsch, W. 1994. Text Comprehension, Memory, and Learning. *American Psychologist* 49 (4), 294–303.
- Kirschner, P. 2002. Cognitive Load Theory: Implications of Cognitive Load Theory on the Design of Learning. *Learning and Instruction* 12 (1), 1–10.
- Kothaneth, S., Robinson, A. & Amelink, C. 2012. Tablet PC Support of Students' Learning Styles. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics* 10 (6), 60–63.
- Kumpulainen, K. & Lipponen, L. 2010. Koulu 3.0 - Kuinka teemme visiosta totta? Teoksessa K. Vähähyyppä (toim.) *Koulu 3.0*. Helsinki: Opetushallitus, 6–20.

- Lambiotte, J., Skaggs, L. & Danserau, D. 1993. Learning from Lectures: Effects of Knowledge Maps and Cooperative Review Strategies. *Adapted Cognitive Psychology* 7 (6), 483–497.
- Levie, W. & Lentz, R. 1982. Effects of Text Illustrations: A Review of Research. *Educational Communication & Technology Journal* 30 (4), 195–232.
- Mayer, R. 1979. Can Advance Organizers Influence Meaningful Learning? *Review of Educational Research* 49 (2), 371–383.
- Mayer, R. 1989. Systematic Thinking Fostered by Illustrations in Scientific Text. *Journal of Educational Psychology* 81 (2), 240–246.
- Mayer, R. 1998. Cognitive, Metacognitive, and Motivational Aspects of Problem Solving. *Instructional Science* 26 (1), 46–63.
- Mayer, R. 1999. Instructional Technology. Teoksessa F. Durso, R. Nickerson, R. Schvaneveldt, S. Dumais, D. Lindsay & M. Chi (toim.) *Handbook of Applied Cognition*. Chichester, England: John Wiley & Sons, 551–569.
- Mayer, R. 2001. *Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. 2014. Introduction to Multimedia Learning. Teoksessa R. Mayer (toim.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University, 1–24.
- Mayer, R. & Anderson, R. 1991. Animations Need Narrations: An Experimental Test of a Dual-Coding Hypothesis. *Journal of Educational Psychology* 83 (4), 484–490.
- Mayer, R. & Anderson, R. 1992. The Instructive Animation: Helping Students Build Connections Between Words and Pictures in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology* 84 (4), 444–452.
- Mayer, R. & Chandler, P. 2001. When Learning Is Just a Click Away: Does Simple User Interaction Foster Deeper Understanding of Multimedia Messages? *Journal of Educational Psychology* 93 (2), 390–397.
- Mayer, R. & Gallini, J. 1990. When Is an Illustration Worth Ten Thousand Words? *Journal of Educational Psychology* 82 (4), 715–726.
- Mayer, R. & Johnson, C. 2008. Revising the Redundancy Principle in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology* 100 (2), 380–386.
- Mayer, R., Mautone, P. & Prothero, W. 2002. Pictorial Aids for Learning by Doing in a Multimedia Geology Simulation Game. *Journal of Educational Psychology* 94 (1), 171–185.
- Mayer, R. & Moreno, R. 2002. Aids to Computer-Based Multimedia Learning. *Learning and Instruction* 12 (1), 107–119.

- Mayer, R. & Pilegard, C. 2014. Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pretraining, and Modality Principles. Teoksessa R. Mayer (toim.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York, NY: Cambridge University, 316–344.
- Mayer, R. & Sims, V. 1994. For Whom Is a Picture Worth a Thousand Words? Extensions of a Dual-Coding Theory of Multimedia learning. *Journal of Educational Psychology* 86 (3), 389–401.
- Mayer, R., Steinhoff, K., Bowers, G. & Mars, R. 1995. A Generative Theory of Textbook Design: Using Annotated Illustrations to Foster Meaningful Learning of Science Text. *Educational Technology Research and Development* 43 (1), 31–43.
- McCagg, E. & Dansereau, D. 1991. A Convergent Paradigm for Examine Knowledge Mapping as a Learning Strategy. *Journal of Educational Research* 84 (6), 317–24.
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä: opiskelijalaitos. 2. uudistettu painos. Helsinki: International Methelp 2006.
- Michaels, P. 2012. Record iPad sales help Apple enjoy revenue, profit growth. Viitattu 30.5.2017.  
[http://www.macworld.com/article/1167850/apple\\_revenue\\_profits\\_up\\_in\\_ipad\\_driven\\_quarter.html](http://www.macworld.com/article/1167850/apple_revenue_profits_up_in_ipad_driven_quarter.html)
- Mikkilä-Erdmann, M. 2001. Improving Conceptual Change Concerning Photosynthesis Through Text Design. *Learning & Instruction* 11 (3), 241–257.
- Moore, D. & Readence, J. 1984. A Quantitative and Qualitative Review of Graphic Organizer Research. *Journal of Educational Research*, 78 (1), 11–17.
- Mousavi, S. Y., Low, R. & Sweller, J. 1995. Reducing Cognitive Load by Mixing Auditory and Visual Presentation Modes. *Journal of Educational Psychology* 87 (2), 319–334.
- Moyer, J., Sowder, L., Threadgill-Sowder, J. & Moyer, M. 1984. Story Problem Formats: Drawn Versus Verbal Versus Telegraphic. *Journal for Research in Mathematics Education* 15 (5), 342–351.
- Nesbit, J. & Adesope, O. 2006. Learning With Concept and Knowledge Maps: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research* 76 (3), 413–448.
- Norris, C. & Hossain, A. 2012. Under What Conditions Does Computer Use Positively Impact Student Achievement? Supplemental vs Essential Use. Teoksessa P.

- Resta (toim.) Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2012. Austin, TX, AACE.
- Novak, J. & Cañas, A. J. 2008. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC CmapTools 2006–01 Rev 01–2008. Florida Institute for Human and Machine Cognition. Tulostettu 6.6.2017.  
<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.
- Nummenmaan, L. 2011. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. 3. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- Nurmi, S. 2004. Oppimisaihiot pedagogiikkaa tukemassa. Teoksessa L. Ilomäki (toim.) Opi ja onnistu verkossa: aihiot avuksi. Helsinki: Opetushallitus.
- O'Donnell, A., Dansereau, D. & Hall, R. 2002. Knowledge Maps as Scaffold for Cognitive Processing. *Educational Psychology Review* 14 (1), 71–86.
- Opetushallitus. 2014. Opetushallituksen asettaman koulutuspilivijaoston loppuraportti. Tulostettu 30.5.2017.  
[www.oph.fi/download/156908\\_koulutuspilivijaoston\\_loppuraportti.pdf](http://www.oph.fi/download/156908_koulutuspilivijaoston_loppuraportti.pdf)
- Paivio, A. 1986. *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. 2014. Helsinki: Opetushallitus.
- Purcell, K., Heaps, A., Buchanan, J. & Friedrich, L. 2013. *How Teachers Are Using Technology at Home and in Their Classrooms*. Washington: Pew Research Center
- Rauste-von Wright, M., von Wright, J. & Soini, T. 2003. *Oppiminen ja koulutus*. Helsinki: WSOY.
- Rikala, J., Vesisenaho, M. & Mylläri, J. 2013. Actual and Potential Pedagogical Use of Tablets in Schools. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments* 9 (2), 113–131.
- Rockinson- Szapkiw, A., Courduff, J., Carter, K. & Bennett, D. Electronic versus traditional print textbooks: A comparison study on the influence of university students' learning. 2012. *Computers & Education* 63 (1), 259–266.
- Salmerón, L., Baccino, T., Cañas, J., Madrid, R. & Fajardo, I. 2009. Do Graphical Overviews Facilitate or Hinder Comprehension in Hypertext? *Computers & Education* 53 (4), 1308–1319.

- Salomaa, M. 2014. Vantaa ostaa oppilailleen taulutietokoneet. Helsingin Sanomien verkkolehti, Kaupunki 8.10.2014. Viitattu 30.5.2014.  
<http://www.hs.fi/kaupunki/art-2000002767604.html>
- Scheiter, K. 2014. The Learner Control Principle in Multimedia Learning. Teoksessa R. Mayer (toim.) The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York, NY: Cambridge University, 487–512.
- Scheiter, K. & Gerjets, P. 2007. Learner Control in Hypermedia Environments. Educational Psychology Review 19 (3), 285–307.
- Schnotz, W., Boeckheler, J., & Grzondziel, H. 1999. Individual and Co-Operative Learning with Interactive Animated Pictures. European Journal of Psychology of Education 14 (2), 245–265.
- Schroeder, N., Nesbit, J., Anguiano, C. & Adesope, O. 2017. Studying and Constructing Concept Maps: A Meta-Analysis. Educational Psychology Review, 1–25.
- Schüler, A., Scheiter, K. & Gerjets, P. 2013. Is Spoken Text Always Better? Investigating the Modality and Redundancy Effect with Longer Text Presentation. Computers in Human Behavior 29 (4), 1590–1601.
- Sloutsky, V., Kaminski, J., & Heckler, A. 2005. The Advantage of Simple Symbols for Learning and Transfer. Psychonomic Bulletin & Review 12 (3), 508–513.
- Sweller, J. 1994. Cognitive Load Theory, Learning Difficulty and Instructional Design. Learning and Instruction 4 (4), 295–312.
- Sweller, J. & Chandler, P. 1991. Evidence for Cognitive Load Theory. Cognition and Instruction 8 (4), 351–362.
- Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki: Tammi.
- Tähtinen, J. Laakkonen, E. & Broberg, M. 2011. Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita. 4. uudistettu painos. Turku: Turun yliopisto.
- Woody, W., Daniel, D. & Baker, C. 2010. E-books or textbooks: Students prefer textbooks. Computers & Education 55 (3), 945–948.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change. Learning and Instruction 4 (1), 45–69.
- Vähähyppä, S. 2011. Tieto- ja viestintäteknikka koulussa nyt ja tulevaisuudessa. Teoksessa Teoksessa M. Kankaanranta (toim.) Opetusteknologia koulun arjessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 17–20.
- Yalman, M. 2014. Preservice teachers' views about e-book and their levels of use of e-books. Procedia - Social and Behavioral Sciences 176 (1), 255 – 262.



